

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE AGROECOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA EN AGROECOLOGÍA TROPICAL



Monitoreo de fitonematodos y nematodos de vida libre asociados al cultivo de café (*Coffea arabica*) en comunidades de Waslala, Región Autónoma del Atlántico Norte, RAAN. Ciclo agrícola 2012.

Autores

Br. Byron Díaz

Br. Yeltssin Yalín Calero

Previo para optar al título de Ingeniero en Agroecología Tropical

Tutor

M.Sc Álvaro Caballero

León, abril 2013

AGRADECIMIENTO

A Dios por darnos las fuerzas, salud, paciencia y sabiduría para seguir adelante enfrentando los retos que se presentaron en nuestro día a día.

A nuestros maestros que nos enseñaron con paciencia las habilidades y actitudes para desarrollar hoy en día este trabajo.

Al M.Sc, Álvaro Caballero, quien nos brindó todo su apoyo incondicional a cada momento para poder hacer posible la culminación de este trabajo.

A los productores de las fincas de estudio, quienes depositaron su confianza en nosotros y nos permitieron realizar los muestreos en sus fincas para poder llevar a cabo este estudio.

DEDICATORIA

A Dios por darnos las fuerzas, salud, paciencia y sabiduría para seguir adelante enfrentando los retos que se presentaron en nuestro día a día.

A nuestras madres, las cuales fueron padre y madre, siendo un apoyo incondicional en cada etapa de nuestro estudio hasta su culminación.

A nuestras esposas por apoyarnos a cada momento con nuestros deseos de superación y en nuestros momentos de debilidad.

A nuestros familiares y amigos que nos apoyaron en el transcurso de nuestra necesidad de superarnos.

A nuestro tutor M.Sc Álvaro Caballero por brindarnos su tiempo en todo el transcurso de la elaboración de este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	I
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS	3
Objetivo general	3
Objetivos específicos.....	3
III. MARCO TEÓRICO.....	4
3.1 Origen y taxonomía del café (<i>Coffea arabica</i>).....	4
3.2 Morfología del café	5
3.2.1 Raíces	5
3.2.2 Tallo	5
3.2.3 Ramas o Bandolas	5
3.2.4 Hojas	5
3.2.5 Flores.....	5
3.2.6 Fruto	6
3.3 Requerimientos climáticos	6
3.3.1 Temperatura	6
3.3.2 Lluvia	6
3.3.3 Humedad del aire o humedad relativa.....	6
3.3.4 Vientos	6
3.3.5 Brillo solar y nubosidad	6
3.3.6 Suelo.....	6
3.4 Importancia de los cafetales en América latina y El Caribe.....	7
3.5 Importancia económica de los cafetales en Nicaragua.....	7
3.6 Nematodos.....	7
3.6.1 Fitonematodos.....	7
3.7 Principales géneros de fitonematodos del café.....	8
3.7.1 Género <i>Rotylenchulus reniformis</i>	8

3.7.2	Género <i>Helicotylenchus</i> sp.....	8
3.7.3	Género <i>Meloidogyne</i> sp.....	8
3.7.4	Género <i>Pratylenchus</i> sp.	9
3.8	Daño de los fitonematodos y su importancia en la producción de café	9
3.9	Nematodos de vida libre y su función en los suelos.....	9
3.10	Clasificación de nematodos.....	9
IV.	MATERIALES Y MÉTODOS	10
4.1	Ubicación del estudio	10
4.2	Selección de fincas cafetaleras seleccionadas en las comunidades de Kubaly, La Posolera y Caño de los Martínez en Waslala, RAAN.....	10
4.3	Metodología del Pre- diagnóstico del área a muestrear.....	10
4.4	Fases del estudio.....	11
4.4.1	Fase de Campo	11
4.4.2	Fase de laboratorio	13
4.5	Extracción de nematodos de vida libre de suelos cafetaleros (Método de Embudo de Baermann).....	13
4.6	Extracción de fitonematodos de raíces del cultivo del café	14
4.7	Variables evaluadas en el estudio de fitonematodos y nematodos de vida libre. 16	
4.8	Análisis Estadístico	17
V.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	18
5.1	Pre-diagnóstico de fincas: La Estrella, La Quinta Estación, Buena Esperanza, ubicadas en Waslala, RAAN.....	18
5.2	Géneros de fitonematodos identificados en raíces de las fincas de estudio, 2012 20	
5.3	Géneros de nematodos de vida libre identificados en los suelos de tres fincas de estudio, 2012.....	21
5.4	Cuantificación de las poblaciones de nematodos de vida libre encontrados en 200 g de suelo en las fincas de estudio, 2012.....	23
5.5	Cuantificación de poblaciones de fitonematodos extraídos de 50 g de raíces de los cafetales en tres fincas: La Estrella, La Quinta Estación, Buena Esperanza, ubicadas en Waslala, RAAN, 2012.	24

5.6	Comparación de los géneros de fitonematodos y nematodos de vida libre encontrados en tres finca de estudio, 2012.....	25
VI.	CONCLUSIONES	27
VII.	RECOMENDACIONES	28
VIII.	BIBLIOGRAFÍA	29
IX.	ANEXOS	32

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Variables de estudio	16
--------------------------------------	----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción del cultivo en las fincas.....	11
Tabla 2. Fitonematodos encontrados en 50 gr de raíz de los cafetales, en las fincas de estudio, 2012	20
Tabla 3. Identificación y clasificación por grupo trófico de los géneros de nematodos de vida libre en 200 gr de suelo en las fincas de estudio	22

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ilustración de la toma de muestras de suelo (Palín) (A) y raíces (Barreno) (B) de los cafetales de las fincas de estudio.....	12
Figura 2. A,B,C,D,E,F,H,I. Ilustración del proceso del método de Baermann para el conteo e identificación de los nematodos de vida libre presentes en suelo.	14
Figura 3. A,B,C,D,E,F,G,H,I. Ilustración del proceso del método de Baermann para el conteo e identificación de los fitonematodos presentes en raíz	16

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Población de nematodos de vida libre encontrados en 200 gr de suelo en las fincas de estudio, 2012	24
Gráfico 2. Poblaciones de fitonematodos en 50 g de raíz en tres fincas de estudio....	25
Gráfico 3. Comparación de los géneros de fitonematodos y nematodos de vida libre encontrados en las fincas de estudio, 2012	26

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue monitorear e identificar los géneros de fitonematodos y nematodos de vida libre asociados al cultivo de café (*Coffea arabica*) en comunidades de Waslala, Región Autónoma del Atlántico Norte, RAAN, ejecutándose el estudio en dos fases: fase campo y fase de laboratorio. En la fase de campo se identificó la finca, sitios de muestreos, la colecta de la muestra de los suelos cafetaleros de las fincas y se les realizó una entrevista a los productores (pre-diagnostico). Posteriormente se ejecutó el Método del Embudo de Baermann), en la segunda fase (laboratorio) para el conteo e identificación de fitonematodos y nematodos de vida libre. El primer paso en este método fué homogenizar las muestras de suelo y raíz para después pesar la cantidad que serían utilizadas para el estudio. Luego a las muestras ya pesadas, se les agrego agua para separar los nematodos de los grumos de suelo y al final poder pasar la solución liquida en las cribas de 30 μm , 40 μm y 325 μm . La solución de muestra liquida de nematodos se depositó en un envase debidamente etiquetado para ser colocado en el Embudo de Baermann. Reposando durante 48 horas. Pasada las 48 horas se inició el conteo de nematodos en el estereoscopio y la identificación en el microscopio. En el estudio se identificaron cinco géneros de fitonematodos tales como: *Meloidogyne* sp., *Pratylenchus* sp., *Xiphinema americanum*, *Rotylenchulus reuniformis* y *Belonolaimus longicandatus*. También se identificaron dos géneros de nematodos de vida libre tales como: *Rhabditis* sp., y *Mononchus* sp. Estos géneros se clasificaron por grupos tróficos, resultando en los siguientes: Fitófagos (*Meloidogyne* sp., *Pratylenchus* sp., *Xiphinema americanum*, *Rotylenchulus reuniformis* y *Belonolaimus longicandatus*), Depredador (*Mononchus* sp.) y Bacteriófago (*Rhabditis* sp.). En las tres fincas de estudio se encontraron mayores poblaciones de fitonematodos del género *Meloidogyne* sp., y *Pratylenchus* sp., identificando más géneros de fitonematodos que géneros de nematodos de vida libre. En conclusión se encontraron cinco géneros de fitonematodos y dos géneros de nematodos de vida libre, encontrándose *Meloidogyne* sp., y *Pratylenchus* sp., como los géneros de fitonematodos con mayor población. También, se encontró mayor número de géneros de fitonematodos y nematodos de vida libre en las fincas en donde los suelos han tenido menos perturbaciones. Es por estas razones que se les recomienda a los productores realizar buenas prácticas agrícolas en sus cafetales que puedan ayudar a disminuir las poblaciones de fitonematodos y aumenten la de los nematodos de vida libre.

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo del café (*Coffea arabica*), se establece y se distribuye en los agroecosistemas cafetaleros en América Latina, El Caribe y Asia impactando en la económica de los pequeños, medianos y grandes productores. Se estima que en Nicaragua las áreas de producción durante el año 2012 comprenden aproximadamente 126, 604 hectáreas (OIRSA, 2013).

En los suelos cafetaleros se desarrollan organismos tales como los nematodos. Se pueden encontrar en estos suelos, infecciones de fitonematodos mayor debido a su permanencia durante más cinco años de producción en los agroecosistemas donde limitan la producción de café y es por eso que se les responsabiliza de pérdidas considerables en los rendimientos, además de asocio con otras enfermedades tales como: roya (*Hemileia vastatrix*), antracnosis (*Colletotrichum* sp), mal de hilacha (*Corticium koleroga*), mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*) y ojo de gallo (*Mycena citricolor*) (Rosales, 1995). Sin embargo, los nematodos de vidas libre se multiplican, desarrollan y se alimentan de materia orgánica, bacterias, hongos presentes en el suelo jugando un rol importante en la disminución de inóculos de fitopatógenos de forma natural y aún más con el reciclaje de nutriente y balance en los suelos cafetaleros que son fuertemente distorsionados por malas prácticas agronómicas en el campo que afectan y disminuyen las poblaciones de nematodos de vida libre y aumentan las población de fitonematodos rompiendo el equilibrio ecológico de estos agroecosistemas cafetaleros (ANACAFE 2010).

Los fitonematodos con mayor incidencia en los suelos cafetaleros de América Latina y el Caribe son: *Meloidogyne* sp., nematodos agallador y *Pratylenchus* sp., nematodo lesionador de la raíz (Campos *et al.*, 1990).

En Nicaragua se reportan fitonematodos en los suelos cafetaleros según Sequeira (1977) siendo el género *Meloidogyne* sp., el más abundante y de mayor distribución. Esto es respaldado por López, D (2010), encontrando además poblaciones representativas de otros fitonematodos tales como *Pratylenchus* sp, *Radopholus similis*, *Helicotylenchus* sp. Además se han reportado fitonematodos en los cultivos tales como cítricos, tomate, papa, soya, maní, bulbos, etc.

Hasta el momento son pocos los estudios que indiquen la presencia de poblaciones de nematodos fitoparásitos en los sistemas de producción de cafetales en la zona norte de

Waslala RAAN. Debido a este problema de falta de información, los productores atribuyen el daño ocasionado por los nematodos a otros agentes causantes de daños, por lo que se hace necesario realizar un estudio que identifique los géneros de nematodos fitoparásitos asociado al cultivo del café en la zona norte del país.

Por tanto esta investigación contribuirá a la generación de información técnica-científica de los géneros de fitonematodos presentes en las áreas de producción de café de la zona de Waslala y sus comunidades, lo cual es indispensable para promover estrategias de manejo que permitan desarrollar una caficultura más sostenible y productiva en la que se puedan potencializar los procesos ecológicos. Y conocer las poblaciones de nematodos de vida libre para potencializar su rol o papel en el manejo agroecológico de enfermedades y reciclaje de nutrientes.

II. OBJETIVOS

Objetivo general

Monitorear las poblaciones de los diferentes géneros de fitonematodos y nematodos de vida libre asociados al cultivo del café (*Coffea arábica*), en las comunidades Kubaly, La Posolera, y Caño de los Martínez municipio de Waslala, RAAN.

Objetivos específicos

Seleccionar las fincas cafetaleras en las comunidades Kubaly, La Posolera y Caño de los Martínez del municipio de Waslala, RAAN, para la extracción de muestras de suelo y de raíz para la extracción de fitonematodos y nematodos de vida libre.

Identificar los diferentes géneros de fitonematodos y nematodos de vida libre asociados a los cafetales en las comunidades de Kubaly, La Posolera y Caño de los Martínez del municipio de Waslala, RAAN.

Clasificar las poblaciones de fitonematodos y nematodos de vida libre asociados a los cafetales de acuerdo a los grupos tróficos ecológicos en las comunidades Kubaly, La Posolera y Caño de los Martínez del municipio de Waslala, RAAN.

Comparar las poblaciones de fitonematodos y nematodos de vida libre en las muestras de suelo y raíz, en las comunidades Kubaly, La Posolera y Caño de los Martínez del municipio de Waslala, RAAN.

III. MARCO TEÓRICO

3.1 Origen y taxonomía del café (*Coffea arabica*)

El origen del café de la gran mayoría de las especies de café conocidas, son de las tierras altas de Etiopía y Sudán, África, situadas a más de 1000 msnm, cerca del lago de Tana. En esa región el café crece en estado silvestre y sub-silvestre. Todo parece indicar que el árbol de café era un componente de los bosques naturales a nivel de sotobosque y que posteriormente la planta se sometió a un proceso de domesticación (IHCAFE 2001).

De su lugar de origen el café se introdujo a Yemen. Entre los años 575 y 890 los persas y los árabes lo trasladaron a Arabia. Los árabes exportaron el café a Siria, Persia, Turquía y Europa. En el continente africano el cultivo se extendió por Mozambique y Madagascar. Posteriormente, en el siglo XVII los holandeses y portugueses lo trasladaron a la India y su cultivo se extendió a Ceylán, Java e Indonesia, así como a otras regiones de Asia y África. En 1714 llegó el café a América cuando las primeras plantas fueron introducidas a la isla Martinica. En 1740 el café fue introducido a Puerto Rico, El Salvador y Guatemala. En 1784 llegó a Bolivia, Ecuador y Panamá e introducido a Costa Rica y Nicaragua a mediados del siglo XVIII (IHCAFE 2001).

Debido posiblemente a su origen, el café es un cultivo ideal para su establecimiento en sistemas agroforestales (SAF), debido a que el cultivo de café requiere de un microclima fresco y suficiente humedad. Los suelos deben presentar buenas condiciones de drenaje, profundidad no menor a un metro, ricos en nutrientes, materia orgánica y potasio, con textura franca y color oscuro (Fischersworing et al. 2001).

Según Alvarado (1994) la taxonomía del café es:

Reino Plantae,

División Magnoliophyta

Clase Magnoliata

Orden Rubiales

Género Rubiaceae,

Especie Arabica, Canephora, Liberica.

3.2 Morfología del café

3.2.1 Raíces

Las clases de raíces que tiene el café son: pivotantes, axiales o de sostén, laterales y raicillas. La pivotante puede considerarse como la raíz central, las raíces axiales o de sostén y las laterales se originan a partir de la pivotante; de las laterales se desarrollan las raicillas. La raíz es un órgano de mucha importancia; a través de ella la planta toma el agua y los nutrientes necesarios para su crecimiento y producción. Se acepta de manera general que la mayor parte de las raíces absorbentes del café, se encuentran, cerca del 90 % del total, en los primeros 30 cm de profundidad del suelo (Malavolta 1981).

3.2.2 Tallo

Es leñoso, erecto y de longitud variable de acuerdo con el clima y tipo de suelo; en las variedades comerciales varía entre 2-5 m de altura. (CONICAFE 2009).

3.2.3 Ramas o Bandolas

Estas son opuestas y alternas y dan origen a las ramas secundarias. Las ramas laterales tienen un punto apical de crecimiento que va formando nuevas hojas y entrenudos. El número de estos puede variar de un año a otro y, consecuentemente, las axilas que se forman dan origen al número de flores y por ende a los frutos (CONICAFE 2009).

3.2.4 Hojas

La lámina de la hoja puede medir de 12-24 cm de largo por 5-12 cm de ancho, variando su forma de elíptica a lanceolada (CONICAFE 2009).

3.2.5 Flores

En las axilas de las hojas se presentan las yemas florales de 1-3 ejes, los que se dividen en 2-6 ramificaciones cortas de 2-4 mm coronando cada una en una flor la cual está formada por el cáliz, corola, estambres y pistilo. La floración del café permanece por pocos días. Es inducida primero por días cortos y, posteriormente, cuando hay humedad suficiente, ya sea proveniente de la lluvia o del riego. El número de floraciones varía según el patrón de precipitación de una región determinada. Cuando se abre la flor, las anteras ya han liberado gran cantidad de polen; por esta razón, la autofecundación se da en un alto porcentaje. Una vez que el polen alcanza los óvulos, la fertilización se completa durante 4-6 días (Malavolta 1981).

3.2.6 Fruto

Después de la fecundación, el ovario se convierte en fruto y sus dos óvulos en semillas. El fruto maduro es una drupa elipsoidal en los cultivares comerciales, ligeramente aplanada, cuyos tres ejes principales miden entre 12-18 mm de longitud, 8-14 mm de ancho y 7-10 mm de espesor (Malavolta 1981).

3.3 Requerimientos climáticos

3.3.1 Temperatura

La zona óptima para el cultivo del café se encuentra entre 19 y 21.5 grados centígrados (CATIE 2002).

3.3.2 Lluvia

Se considera apropiada para el cultivo una cantidad de lluvia comprendida entre los 1,800 y los 2,800 milímetros anuales. El café requiere una lluvia abundante y uniformemente distribuida desde comienzos de la floración para favorecer el desarrollo del fruto. Períodos de mucha lluvia favorecen la presencia de enfermedades como el mal rosado y la gotera. El exceso de lluvias también puede afectar la floración del cafetal, disminuyéndola o dañándola (CATIE 2002).

3.3.3 Humedad del aire o humedad relativa

Este componente del clima presenta altas variaciones entre el día y la noche. En la zona cafetera el aire es normalmente húmedo (CATIE 2002).

3.3.4 Vientos

En general, las zonas más adecuadas para el cultivo del cafeto se caracterizan por presentar vientos 20 A 30 km/h (CATIE 2002).

3.3.5 Brillo solar y nubosidad

El brillo solar se expresa como el número de horas en las cuales el sol brilla en un período dado. El brillo solar en la zona cafetera se encuentra entre 1,600 y 2,000 horas de sol al año (4.5-5.5 horas de sol al día), (Bow, I. 2012).

3.3.6 Suelo

El café prefiere suelos profundos de excelentes condiciones físicas, pH 5-6. Un suelo apto para el café debe poseer 50 % de porosidad y al menos un 5% de materia orgánica (Bow, I. 2012).

3.4 Importancia de los cafetales en América latina y El Caribe

El café ha sido por décadas uno de los principales rubros de las economías de América latina y El Caribe. Su influencia en la formación de los lazos económicos y sociales en la región ha sido sin duda muy importante y aún hoy el desempeño del sector cafetalero incide sensiblemente en el comportamiento general de las economías del área. La región exporta normalmente cerca del 90% de su producción, lo que genera todavía considerables ingresos de divisas. En el curso de las dos últimas décadas, la actividad cafetalera ha transitado por un proceso de diversificación productiva de las exportaciones y de las fuentes generadoras de divisas. Han surgido nuevas actividades de exportación no tradicionales en agricultura, manufactura y maquiladoras, mientras que las remesas familiares del exterior se convirtieron en una importante fuente de divisas, que supera la contribución del café al financiamiento del desarrollo (Bow, I. 2012).

3.5 Importancia económica de los cafetales en Nicaragua

El peso de la actividad cafetalera en la economía de nuestro país es significativo. En el período 2001-2003, el café representó anualmente, en promedio el 33% del PIB del sector agrícola y el 5.7% del PIB global. Asimismo, durante el período 2001-2003, con promedio de 1, 491 miles de quintales exportados, Nicaragua tuvo un ingreso de 87.44 millones de dólares, en promedio anual, es decir que generó en promedio un 14% de las exportaciones totales comparado a un 25% durante el período 1995-2000 (CONICAFE, 2009).

3.6 Nematodos

Son organismos microscópicos y con apariencias de pequeñas lombrices, con capacidad de habitar en todos los ambientes. Los nematodos son uno de los grupos de invertebrados más numerosos sobre la tierra; son de gran importancia en la agricultura debido a los problemas que causan. Una parte importante de los daños que generan, es debido a la secreción que los nemátodos inyectan al alimentarse de la planta. Esta secreción afecta el tejido vegetal causando necrosis, destrucción de las paredes celulares o provocando la supresión de la división celular en el meristemo apical, impidiendo así el crecimiento de la raíz (González, 2008).

3.6.1 Fitonematodos

Son nematodos que se alimentan de tejidos de plantas. Los fitonematodos en caficultura constituyen un grupo de organismos poco estudiados. Hasta hace poco tiempo cuando en Centroamérica se empezó a hablar sobre ellos, debido en gran medida a la reconfirmación de problemas en la producción (Mendoza *et al.*1995).

Debido a que estos organismos que viven en el suelo, son de tamaño microscópico y que a menudo no causan síntomas específicos en las partes aéreas de los cafetos, los nematodos no son detectados fácilmente, por ello su impacto económico ha sido subestimado por largo tiempo (Noir *et al.* 2003).

3.7 Principales géneros de fitonematodos del café

Para Nicaragua se reportó una amplia gama de géneros de nematodos asociados al cultivo del café, siendo el género *Meloidogyne* sp el más abundante y de mayor distribución, otros géneros de importancia económica asociados al café en Nicaragua son *Pratylenchus* sp., *Rotylenchulus reniformis* y *Helicotylenchus* sp., pudiendo encontrar otros géneros (Herrera, 1995).

3.7.1 Género *Rotylenchulus reniformis*

Los miembros de este género son ectoparásitos migratorios de la raíz, las raicillas son las que se observan más fuertemente afectadas, según Campos *et al.* (1990), manifestando que el café no desarrolla bien en campos infestados por este género.

Entre los daños ocasionados por *Rotylenchulus spp*; achaparamiento de la planta, amarillamiento de las hojas, pérdida de vigor, pudrición y pérdida de peso del sistema radical y aparición de numerosas lesiones necróticas pequeñas (Crozzoli y Casassa 1990).

3.7.2 Género *Helicotylenchus* sp.

Este nematodo puede convertirse en un gran problema en los cafetales por su daño causado. Su daño se evidencia por la presencia de lesiones en la superficie de las raíces y la destrucción de las raíces secundarias (Cepeda, 1996).

3.7.3 Género *Meloidogyne* sp.

Los síntomas en las plantas por este género son: nudos o agallas, escobillas, reducción en el crecimiento, clorosis y otros. Este se encuentra destruyendo otros cultivos siendo altamente peligroso cuando las condiciones edáficas y ambientales le favorecen (Cepeda, 1996).

Este género se considera de gran importancia para el cultivo del café, estudios de nocividad han demostrado que la progresión de los daños ha significado pérdidas en rendimientos superiores al 60% en campos de producción afectados (Fernández *et al.* 1993).

Este género destruye completamente la raíz del cafeto, la planta no forma raíces nuevas, quedando las raíces gruesas, las que tienen una capacidad muy limitada para la absorción de agua y nutrientes (Jaehn 1990).

3.7.4 Género *Pratylenchus* sp.

También conocido como nematodo lesionador, siendo una plaga importante para el café. *Pratylenchus coffeae* se ha extendido principalmente en países de África, Ghana y América latina, causando importantes daños que pueden conllevar pérdidas de 60% en plantaciones de café (Gonzales, 2008).

Los nematodos pertenecientes a este género son endoparásitos migratorios altamente polífagos. Los adultos y juveniles de diferentes estadios migran constantemente desde y hacia el interior de las raíces, por lo que todos los estados del ciclo de vida, que generalmente dura 6 semanas, pueden llamarse infectivos (Magunacelaya y Dagnino 1999).

3.8 Daño de los fitonematodos y su importancia en la producción de café

Los daños ocasionados por los fitonematodos o parásitos, es que penetran en los tejidos de las plantas, ocasionando lesiones o agallamientos, que detienen el crecimiento de las plantas y ocasionan la destrucción del sistema radicular, evitando que esta parte de la planta cumpla con sus funciones de soporte, absorción de agua y nutrientes.

Los daños económicos se resaltan en la producción y desarrollo del cultivo, ya que los nematodos pueden causar: disminución de los rendimientos, mala calidad del grano, fertilizantes desaprovechados ya que las plantas no los absorben, mayor susceptibilidad al ataque de enfermedades, corta vida productiva de las plantaciones (ANACAFE, 2010).

3.9 Nematodos de vida libre y su función en los suelos

Son nematodos de vida libre los que se alimentan de materia orgánica, hongos y bacterias presentes en el suelo. El ciclo de vida es corto y pueden tener una alta tolerancia a las variaciones de temperaturas. Estos pueden dividirse en Bacterívoros, Fungívoros, Omnívoros, Depredadores. (Anzueto, *et al.* 2000).

El papel de los nematodos de vida libre presentes en los suelos radica en las funciones como: agentes de ciclaje de nutrientes; descomponedores de materia orgánica; control de agentes causantes de daños en los cultivos (hongos, bacterias). (Procter 1990).

3.10 Clasificación de nematodos

Para clasificar los nematodos se hace uso de los caracteres morfológicos y especialmente de los parámetros morfométricos. Los principales caracteres morfométricos son: longitud, anchura, posición de la vulva y tamaño del estilete (Guzmán- Piedrahita y Castaño- Zapata, 2004).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Ubicación del estudio

El estudio se desarrolló en el municipio de Waslala, situado en el extremo sureste de la Región Autónoma del Atlántico Norte (RAAN) Nicaragua, entre las coordenadas 13°20' de latitud Norte y 85°22' de longitud Oeste. Tiene una extensión territorial de 1,329.51 Km². La altitud promedio es de 420 msnm, con colinas que ascienden a los 1,200 m. La precipitación media anual es 2,700 mm, los meses más lluviosos son junio-octubre y la temperatura varía entre 22 °C a 25 °C al año. El clima predominante es de selva húmeda tropical con una humedad relativa de 84%. La topografía es de ondulada a quebrada con pendientes promedio del 32%; suelos ferralíticos con un alto contenido de arcilla. La alta precipitación en la región favorece la erosión hídrica de los suelos, derivando en terrenos con un pH de 4 (Philip *et al.* 2003).

4.2 Selección de fincas cafetaleras seleccionadas en las comunidades de Kubaly, La Posolera y Caño de los Martínez en Waslala, RAAN

Las fincas cafetaleras tenían que encontrarse dentro del rango del área de la comunidad de estudio. Las fincas se seleccionaron de forma al azar. Siendo el único criterio que sean cafetaleras al menos con 2 años de producción, reconocidas en las comunidades de Kubaly, La Posolera y el Caño de los Martínez.

4.3 Metodología del Pre- diagnóstico del área a muestrear

Esta metodología se realizó con el objetivo de poder conocer el historial de manejo de la finca (Castellón 2009) y principalmente del área de cultivo en estudio (Anexo 2). Esto nos permitió conocer sobre el conocimiento de los productores sobre los nematodos.

Tabla 1. Descripción del cultivo en las fincas

Comunidad	Nombre de la finca	Área total de Finca	Área total del cultivo de café	Área de muestreo	Descripción de la finca
La Posolera	La Quinta Estación	8 ha	3.5 ha	1 ha	Cultivo de café asociado con plátano, bananos, cacao, cítricos. La finca posee muchos árboles.
Kubaly	La Estrella	23 ha	7 ha	1 ha	Cultivo de café posee pocas plantas de cacao y pocos árboles de sombra.
Caño de los Martínez	Buena Esperanza	15 ha	5 ha	1 ha	Cultivo de café asociado con cultivos tales como cítricos, plátano, cacao. Ellos elaboran composta, lombriabóno. Tiene árboles de sombra.

4.4 Fases del estudio

El estudio se dividió en dos fases:

4.4.1 Fase de Campo

Para la obtención de las muestras de suelo y raíces se empleó el método de muestreo de (zig- zag al azar) (Anexo 6). Obteniendo un total de 15 muestras de suelo y 15 muestras de raíz por cada finca.

4.4.1.1 Toma de muestras de suelo para la extracción de nematodos de vida libre

Las muestras de suelo en las fincas cafetaleras fueron extraídas con un barreno artesanal (Figura 1). Este fue enterrado en un ángulo de 45⁰ (grados) a una profundidad de 30 cm (D.L. Coyne, J.M. Nicol y B. Claudius. 2007) en el suelo y una distancia de 35cm de la planta, de la cual se obtuvieron 250g de suelo en cada uno de los 15 puntos muestreados para un total de 3.75 Kg de suelo, por cada finca.

Cada una de las muestras se colocó en bolsas plásticas las cuales fueron cerradas, selladas y etiquetadas con su debida información. Todas las muestras fueron colocadas en termo para mantener la humedad del suelo y la sobrevivencia de los nematodos

4.4.1.2 Toma de muestras de raíz para la extracción de fitonematodos

Las muestras de raíces se obtuvieron con un palín de 28 cm de alto y 30 cm de ancho (Figura 1), a profundidad de 30 cm del suelo y una distancia de 50 cm de la base de la planta (dirección a la planta), obteniendo 100 g de raíz en cada uno de los 15 puntos para un total de 1.5 Kg de raíz.

Cada una de las muestras se colocó en bolsas plásticas las cuales fueron cerradas, selladas y etiquetadas con su debida información. Todas las muestras fueron colocadas en termo para mantener la humedad del suelo y la sobrevivencia de los nematodos. Las muestras se recolectaron en período lluvioso (octubre, 2012).



Figura 1. Ilustración de la toma de muestras de suelo (Palín) (A) y raíces (Barreno) (B) de los cafetales de las fincas de estudio

4.4.2 Fase de laboratorio

Las muestras selladas y etiquetadas de suelo y raíz se llevaron al Laboratorio de Fitopatología del Departamento de Agroecología de la UNAN-León. Para realizar los estudios pertinentes de fitonematodos de acuerdo a los protocolos de Embudo de Baermann.

4.5 Extracción de nematodos de vida libre de suelos cafetaleros (Método de Embudo de Baermann).

Las muestras de suelo de los quince puntos de cada una de las fincas, se homogenizaron y se pasaron por una zaranda para eliminar restos de piedras o raíces, luego se pesaron 200g de suelo de cada finca (Figura 2) que sirvieron para el estudio.

Los 200 g de suelo ya homogenizados se colocaron en un balde de 10 litros, posteriormente se le agregó agua del grifo (aproximadamente 5 litros), para agitar el suelo con la mano y desintegrar terrones grandes (Figura 2) con el objetivo desprender los fitonematodos y nematodos de vida libre adheridos a partículas de suelo. Seguidamente la solución de suelo con agua se agito con ayuda de otro balde. Luego se dejó reposar la solución del suelo logrando sedimentar las partículas más pesadas y quedando en el estrato alto de la solución los nematodos. Al final, la muestra se pasó por cribas de 30 μm , 40 μm y 325 μm sucesivamente (Figura 2). En la criba de 325 μm quedan atrapados los nematodos de vida libre con sedimentos finos de suelo (arcilla o limo). Se tomó una pizeta para dirigir el agua a los nematodos distribuidos en la criba 325 μm agrupándolos en un solo punto de la criba en una solución de nematodos y ser depositados en un vaso aséptico donde se llegó a un volumen de 100 ml (Shurtleff y Averre 2000).

La solución de nematodos de vida libre en el vaso, se selló con papel toalla soportado con un hule y se etiquetó para colocarlo en el embudo de Baermann el cual tenía un volumen de agua hasta llenarse (Figura 2), de manera que al colocar el vaso en el embudo, hiciera contacto el papel toalla con el agua del embudo (Figura 2). Para que los nematodos bajen a la zona de la llave donde serán extraídos, este fenómeno es debido a la gravedad, ubicándose sus cuerpos en la zona baja. Se dejó reposar por 48 horas para luego empezar el conteo e identificación (Shurtleff y Averre 2000).

Pasada las 48 horas la solución de nematodos de vida libre del embudo de Baermann, se extrajeron 100 ml de la solución. De estos 100 ml, se tomaron 20 ml de los cuales se extrajeron 15 ml, quedando solo 5 ml para el estudio los cuales se colocaron en una microcamara de conteo (plato Syracuse) (Figura 2), ubicándolos al estereoscopio

(Figura 2) para realizar el conteo de las poblaciones de nematodos de vida libre. Posteriormente se realizó la extracción de nematodo de la solución, con el objetivo de identificar el género. Procediéndose a la puesta de los nematodos en el portaobjeto y el cubre objeto, ubicándolo en el Microscopio (Figura 2) en el lente de 100 x. cuando los nematodo eran activos y presentaban mucha movilidad, se pasaba la muestra suavemente por la flama del mechero de alcohol para inmovilizar, matar y relajar el nematodo.

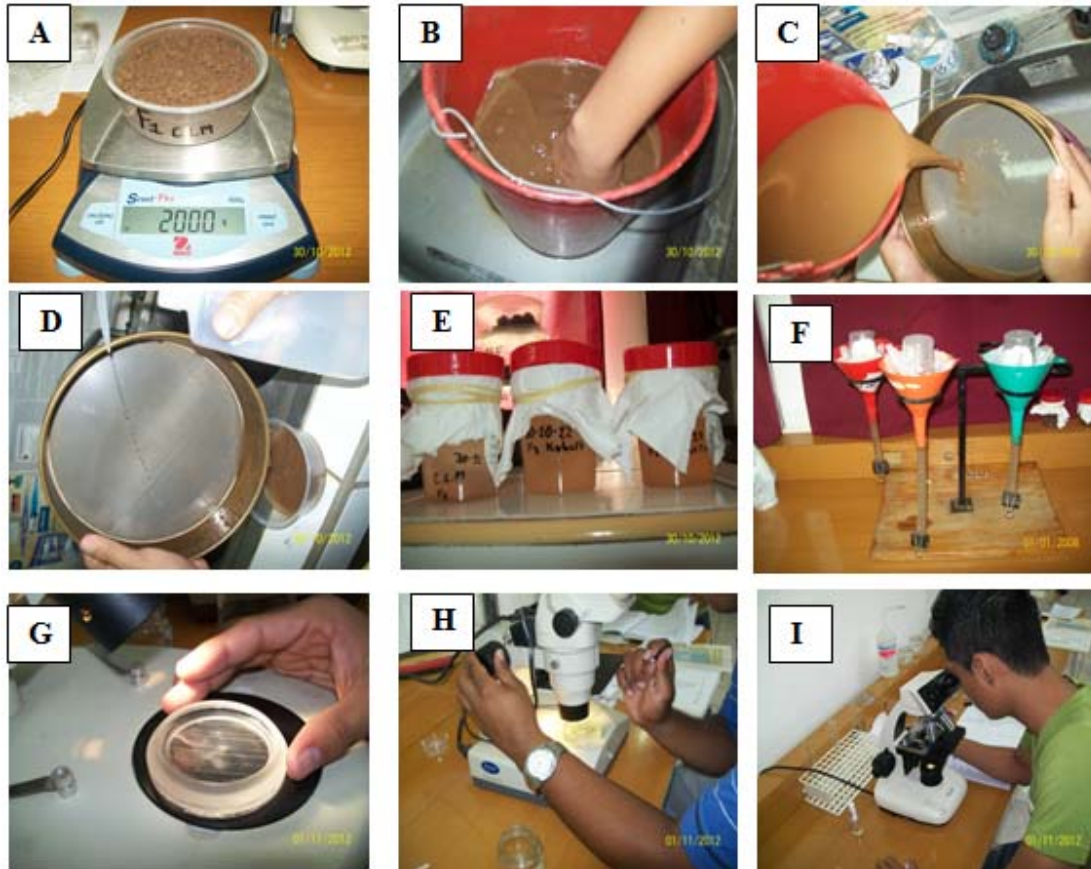


Figura 2. A,B,C,D,E,F,H,I. Ilustración del proceso del método de Baermann para el conteo e identificación de los nematodos de vida libre presentes en suelo.

4.6 Extracción de fitonematodos de raíces del cultivo del café

Se homogenizaron las muestras de raíces de cada finca, luego se lavaron y se cortaron las raíces en segmentos de 0.5-2 cm para luego pesar 50 g de raíces (Figura 3), que sirvieron para el estudio. Se procedió a licuarlos en una licuadora (Figura 3) con intervalos de 10 segundos a baja velocidad y 5 segundos a alta velocidad.

Luego de licuados los 50 g de raíces se colocaron en un balde y se le agregó agua del grifo objetivo desprender los fitonematodos adheridos a partículas de raíz. Seguidamente la solución de raíces con agua se agitó con ayuda de otro balde y se depositaba la muestra de un balde a otro para homogenizar la muestra. Al final, la muestra se pasó por cribas de 30 μm , 40, μm y 325 μm sucesivamente (Figura 3). En la criba de 325 μm quedan atrapados los fitonematodos. Se tomó una pizeta para dirigir el agua a los nematodos distribuidos en la criba 325 μm para agruparlos en un solo punto de la criba en una solución de nematodos (Figura 3) y ser depositados en un vaso aséptico (Figura 3) donde se llegó a un volumen de 100 ml (Shurtleff y Averre 2000).

La solución de fitonematodos en el vaso se selló con papel toalla soportado con un hule y se etiquetó (Figura 3), para colocarlo en el embudo de Baermann (Figura 3) el cual tenía un volumen de agua hasta llenarse, de manera que al colocar el vaso en el embudo, hiciera contacto el papel toalla con el agua del embudo (no sumergido el vaso en el agua). Para que los nematodos bajen a la zona de la llave donde serán extraídos, este fenómeno es debido a la gravedad, ubicándose sus cuerpos en la zona baja. Se dejó reposar para luego empezar el conteo e identificación (Shurtleff y Averre 2000).

Se extrajeron 100 cc de la solución. De estos 100cc, se tomaron 20cc, de los cuales se extrajeron 5 cc que sirvieron para el estudio que se colocaron en una microcamara de conteo (plato Syracuse) (Figura 3) ubicándolos al estereoscopio (Figura 3), para realizar el conteo de las poblaciones de fitonematodos. Posteriormente se realizó la extracción de fitonematodos de la solución, con el objetivo de identificar el género, procediendo a la puesta de los nematodos en el Microscopio en los lentes 100 x (Figura 3).

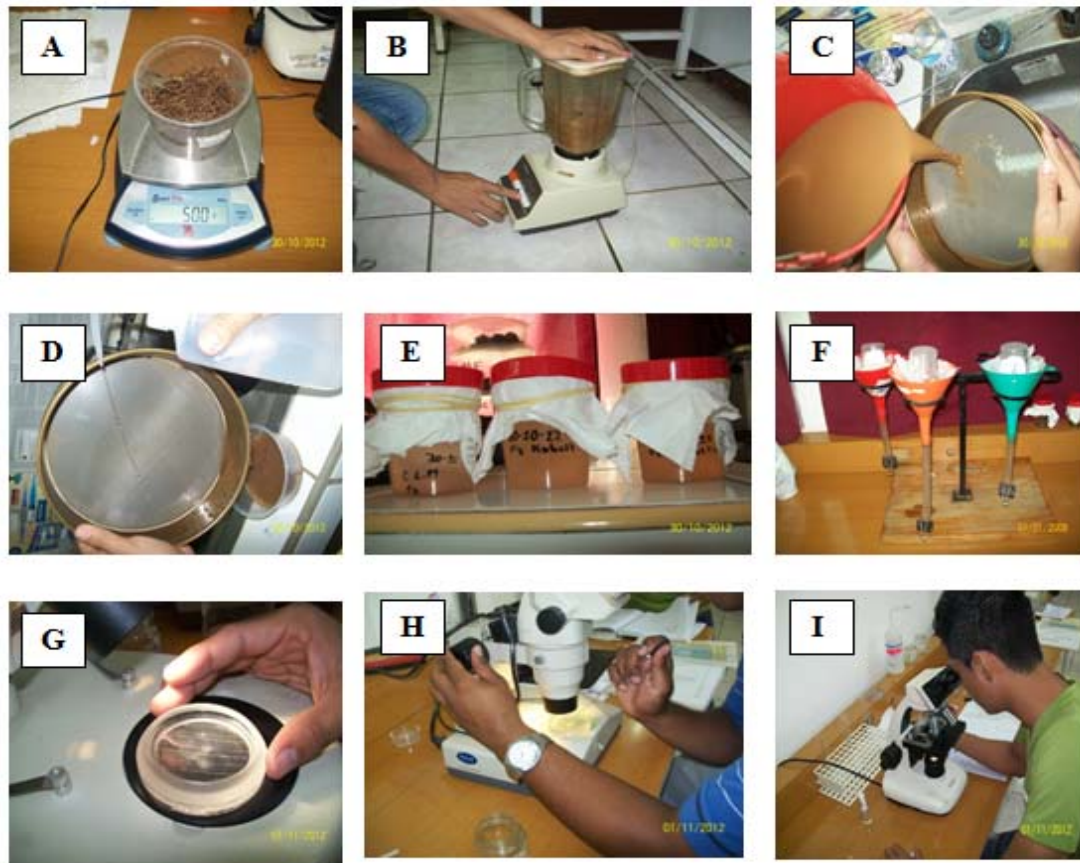


Figura 3. A,B,C,D,E,F,G,H,I. Ilustración del proceso del método de Baermann para el conteo e identificación de los fitonematodos presentes en raíz

4.7 Variables evaluadas en el estudio de fitonematodos y nematodos de vida libre.

Cuadro 1. Variables de estudio

Estudio	Variable
Población de fitonemátodos	Número de fitonematodos encontrados en 50 gr de raíz
Identificación de fitonemátodos	Género de fitonematodos encontrados
Población de nematodos de vida libre	Número de nematodos de vida libre encontrados en 200 g de suelo
Identificación de nematodos de vida libre	Grupo trófico de nematodos de vida libre

4.8 Análisis Estadístico

Los datos obtenidos en el estudio se procesaron en el programa de Excel. Se realizaron comparaciones de poblaciones totales de número de fitonematodos y nematodos vida libre por medio de tablas que se construyen a partir de estas poblaciones. Con respecto a los gráficos usados fueron los gráficos de barra que muestran los números globales de las tres fincas demostrando las poblaciones de los fitonematodos y nematodos de vida libre.

Las variables evaluadas en este estudio fueron cuantitativas y es de corte transversal la investigación. Mostrando la poblaciones reales en determinado tiempo y espacio.

V. RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1 Pre-diagnóstico de fincas: La Estrella, La Quinta Estación, Buena Esperanza, ubicadas en Waslala, RAAN

El pre-diagnóstico realizado nos permitió identificar el manejo e historial de las fincas evaluadas en cada comunidad de estudio (Kubaly, Caño de los Martínez, La Posolera). La encuesta se llevó a cabo utilizando un formato (entrevista) elaborado por nosotros (Anexo 6), el cual fué llenado por los productores de las fincas evaluadas. También nos permitió conocer el estado de la plantación de cada una de las fincas donde se realizó el estudio.

Con la ayuda del pre diagnóstico se logró conocer que las tres fincas difieren en edad del cultivo, área del cultivo, aplicación de fertilizantes, fungicidas, herbicidas, insecticidas, entre otras actividades (Tabla 1).

Los resultados del diagnóstico indican que la edad promedio de los lotes era de 13.3 años. Las podas y deshijos de los cultivares se realizan al menos una vez al año en cada finca, realizándolo de manera manual después de cada cosecha.

En la finca La Quinta Estación (La Posolera), la distancia de siembra en el cultivo de café era de 2m- 1.5m (calle – planta). No se daba un manejo en la fertilización del cultivo debido a que ellos eran de escasos recursos y no creen en los productos que se venden en la zona. Además no se hace uso de herbicidas ya que la limpieza la realizan manualmente, siendo de importancia resaltar que no hacen uso de insecticidas y para el control de enfermedades fungosas se hace uso de fungicidas tales como Carbendazim y Cobre verde. Antes del cultivo de café, el terreno era de montañas.

En la finca Buena Esperanza (Caño de los Martínez), la distancia de siembra era de 2m- 2m (calle- planta). Fertilización del cultivo era en su mayoría de manera orgánica (Bio Green, Compost, Lombriabóno, estiércol de vaca, hojarasca de los arboles). La limpieza del cultivo se hace manualmente y debido a que la broca es la plaga principal de la zona para el cultivo del café, se realiza un control preventivo recogiendo los primeros frutos maduros en cada cosecha para evitar que la plaga se propague. En esta finca se hace uso de Cobre verde para el control de enfermedades fungosas. Antes del cultivo de café, el terreno era de montañas.

En la finca La Estrella (Kubaly), la distancia de siembra en el cultivo de café era de 2 m- 1.5 m (calle- planta). Fertilización se hace en su mayoría de manera química con productos tales como 18-46-0, UREA, 15-1-515, Bayfolan. La limpieza del cultivo se realiza con productos tales como Glifosato, Gramoxone. Para el control de insectos plagas se usa Cipermetrina, *Vydate* y Endosulfan, haciendo uso de fungicidas tales como Cobre verde para el control de enfermedades fungosas. Cabe señalar que el cultivo ya estaba sembrado cuando el productor compro el terreno.

Tabla 1. Información obtenida de las plantaciones de café en las fincas

Manejo actual del cultivo	La Quinta Estación	La Estrella	Buena Esperanza
Edad del cultivo	9 años	20 años	11 años
Área del cultivo	3.5 ha	7 ha	5 ha
Distancia de siembra	2 x 1.5 m	2 x 1.5 m	2 x 2 m
Variedad	CATURRA	CATURRA	CATURRA
Poda	Anual	Anual	Anual
Deshije	Anual	anual	Anual
Fertilizantes usados	No usa	15-15-15, urea, 18-46-0, Bayfolan	Estiércol de vaca, Compost, Bio-Green
Fungicidas usados	Carbendazim y Cobre verde	Cobre verde	Cobre verde
Insecticidas usados	No usa	Vydate, Cipermetrina, Endosulfan	No usa
Herbicidas usados	No usa	Glifosato y Gramoxone	No usa

5.2 Géneros de fitonematodos identificados en raíces de las fincas de estudio, 2012

En la identificación de géneros de fitonematodos presentes en el sistema radical del cultivo de café en la finca La Quinta Estación, se identificó un total de tres géneros de fitonematodos entre ellos *Pratylenchus* sp., *Meloidogyne* sp., *Rotylenchulus reniformis* (Tabla 3), coincidiendo con los géneros identificados en la finca La Estrella (Tabla 2). En contraste, con las dos fincas anteriores, en la finca Buena Esperanza se identificaron cuatro géneros (Tabla 2), encontrando un género diferente de las otras fincas, siendo este *Belonolaimus longicaudatus*, ya que este no se encontró en las dos fincas anteriores. La aparición de este nuevo género puede estar influenciada por la aplicación de técnicas agrícolas en esta finca, las que favorecen la sobrevivencia de los nematodos (aplicación de enmiendas orgánicas y el bajo uso de productos químicos).

Estos resultados han sido reportados por otros estudios (Campo *et al.*, 1990; García 2012), donde encontraron estos mismos géneros de fitonematodos, sobresaliendo *Meloidogyne* sp., y *Pratylenchus* sp.

Tabla 2. Fitonematodos encontrados en 50 gr de raíz de los cafetales, en las fincas de estudio, 2012

Finca/Comunidad	Género	Cantidad	Porcentaje
La Quinta Estación/ La Posolera	<i>Pratylenchus</i> sp.	1300	28.88
	<i>Meloidogyne</i> sp.	2800	62.22
	<i>Rotylenchulus reniformis</i>	400	8.90
Buena Esperanza/ Caño de Los Martínez	<i>Meloidogyne</i> sp.	2150	58.10
	<i>Pratylenchus</i> sp.	990	26.75
	<i>Rotylenchulus reniformis</i>	410	11.08
	<i>Belonolaimus longicaudatus</i>	150	4.07
La Estrella/ Kubaly	<i>Meloidogyne</i> sp.	900	50
	<i>Pratylenchus</i> sp.	550	30.55
	<i>Rotylenchulus reniformis</i>	350	19.45

5.3 Géneros de nematodos de vida libre identificados en los suelos de tres fincas de estudio, 2012

En la identificación de géneros de nematodos de vida libre presentes en el suelo del cultivo de café en la finca La Quinta Estación, se identificó un total de cuatro géneros de fitonematodos entre ellos *Pratylenchus* sp., *Meloidogyne* sp., *Rotylenchulus reniformis* y *Xiphinema americanum* (Tabla 3), y dos géneros de nematodos de vida libre siendo estos; *Mononchus* sp., y *Rhabditis* sp., (Tabla 3). Sin embargo, en la finca La Estrella se identificaron tres géneros de fitonematodos *Meloidogyne* sp., *Pratylenchus* sp., y *Rotylenchulus reniformis* (Tabla 3), siendo *Mononchus* sp., el único género de nematodo de vida libre encontrado (Tabla 3). En la Finca Buena Esperanza se identificaron cinco géneros de fitonematodos: *Meloidogyne* sp., *Pratylenchus* sp., *Rotylenchulus reniformis*, *Xiphinema americanum* y *Belonolaimus longicaudatus* (Tabla 3), encontrando dos géneros de nematodos de vida libre; *Mononchus* sp y *Rhabditis* sp. (Tabla 3).

Por tanto se puede notar que los resultados de este estudio coinciden con los de García (2012), encontrando estos mismos nematodos de vida libre en los cafetales.

Se clasificaron los nematodos de acuerdo a su género y su grupo trófico al que pertenecen. Los grupos tróficos encontrados fueron clasificados en 3 grupos los cuales están representados por fitófagos como *Pratylenchus* sp., *Rotylenchulus reniformis*, *Meloidogyne* sp., *Belonolaimus longicaudatus*, *Xiphinema americanum*. Depredadores *Mononchus* sp., y bacteriófago como *Rhabditis* sp.

Los grupos tróficos encontrados en el estudio, también han sido, reportados por otros autores, coincidiendo con autores tales como Campos *et al.*, 1990 y García 2012.

Tabla 3. Identificación y clasificación por grupo trófico de los géneros de nematodos de vida libre en 200 gr de suelo en las fincas de estudio

Finca/Comunidad	Genero	Grupo trófico	Cantidad	Porcentaje
La Quinta Estación/ La Posolera	<i>Pratylenchus</i> sp.	Fitófago	500	23.80
	<i>Meloidogyne</i> sp.	Fitófago	700	33.33
	<i>Rotylenchulus reniformis</i>	Fitófago	150	7.14
	<i>Xiphinema americanum</i>	Fitófago	350	16.66
	<i>Mononchus</i> sp.	Depredador	250	11.93
	<i>Rhabditis</i> sp.	Bacteriófago	150	7.14
Buena Esperanza/ Caño de Los Martínez	<i>Meloidogyne</i> sp.	Fitófago	950	36.54
	<i>Pratylenchus</i> sp.	Fitófago	400	15.38
	<i>Rotylenchulus reniformis</i>	Fitófago	350	13.46
	<i>Belonolaimus longicaudatus</i>	Fitófago	190	7.30
	<i>Mononchus</i> sp.	Depredador	310	11.92
	<i>Rhabditis</i> sp.	Bacteriófago	200	7.69
	<i>Xiphinema americanum</i>	Fitófago	200	7.69
La Estrella/	<i>Meloidogine</i> sp.	Fitófago	600	46.15

Kubaly	<i>Pratylenchus</i> sp.	Fitófago	350	26.92
	<i>Rotylenchulus reniformis</i>	Fitófago	250	19.24
	<i>Mononchus</i> sp.	Depredador	100	7.6

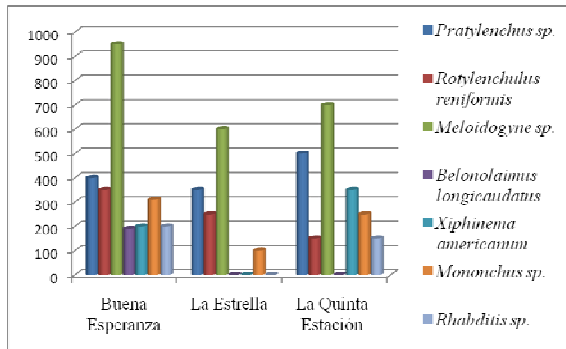
5.4 Cuantificación de las poblaciones de nematodos de vida libre encontrados en 200 g de suelo en las fincas de estudio, 2012

En el conteo de la población de nematodos de vida libre en las muestras de suelo, se encontró que las poblaciones sobresalientes por finca, fue el fitonematodo *Meloidogyne* sp., seguido de *Pratylenchus* sp., presentándose en las tres fincas un resultado muy similar.

Se encontraron nematodos de vida libre en pocas cantidades y los géneros encontrados fueron *Mononchus* sp. y *Rhabditis* sp., en poblaciones bajas (en la finca La Estrella no se encontró población de *Rhabditis* sp.). En la comparación de las fincas, Buena Esperanza tuvo mayor presencia de fitonematodos y nematodos de vida libre, que las fincas la Quinta Estación y La Estrella.

Es de importancia mencionar que los géneros de fitonematodos son mayores que los de vida libre e igualmente en población. Esto datos son reforzados por varios autores tales como: Campos *et al.*, 1990; García 2012.

Gráfico 1. Población de nematodos de vida libre encontrados en 200 cc de suelo

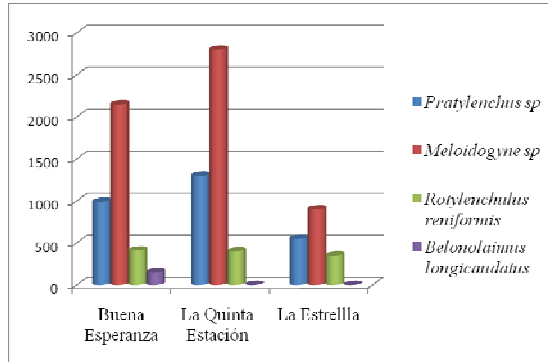


5.5 Cuantificación de poblaciones de fitonematodos extraídos de 50 g de raíces de los cafetales en tres fincas: La Estrella, La Quinta Estación, Buena Esperanza, ubicadas en Waslala, RAAN, 2012.

En el conteo de las poblaciones de fitonematodos identificados en las muestras de raíces obtenidas, se encontró que por finca, el fitonematodo sobresaliente fue *Meloidogyne sp.*, seguido de *Pratylenchus sp.*, mientras que las poblaciones de los demás fitonematodos *Rotylenchulus reniformis*, *Belonolaimus longicaudatus*, *Xiphinema americanum*, se encuentran en cantidades inferiores. Encontrando este mismo comportamiento al momento de comparar las poblaciones de fitonematodos entre las tres fincas.

Diferentes investigadores reportan densidades de poblaciones de *Meloidogyne sp.*, muy diversas, pero superiores a las encontradas en este trabajo. Según Balmaceda y Cruz (1998) indican que en lotes en Masaya, Nicaragua, encontraron un máximo de 21,285 individuos de fitonematodos.

Gráfico 2. Poblaciones de fitonematodos en 50 g de suelo en tres



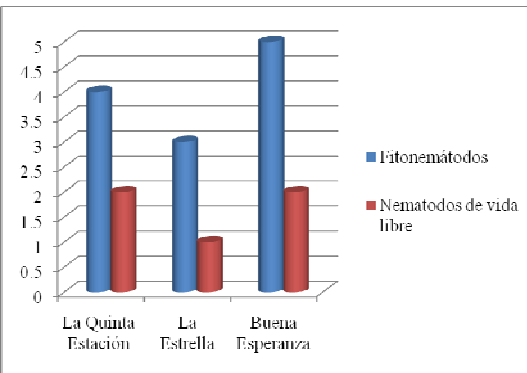
5.6 Comparación de los géneros de fitonematodos y nematodos de vida libre encontrados en tres finca de estudio, 2012.

Se encontraron cinco géneros de fitonematodos (*Meloidogyne sp.*, *Rotylenchulus reniformis*, *Pratylenchus sp.*, *Xiphinema americanum* y *Belonolaimus longicaudatus*) y dos géneros de nematodos de vida libre (*Mononchus sp.* y *Rhabditis sp.*), dando como resultado un mayor número de géneros de fitonematodos en comparación con el número de géneros de nematodos de vida libre en cada una de las fincas y al momento de compararlas entre sí.

Cabe señalar que las fincas manejadas semi orgánicas poseen mayor número de géneros de fitonematodos y nematodos de vida libre aunque siempre las poblaciones de fitonematodos son más altas que las de vida libre, esto en comparación con la finca donde se usan productos químicos.

Esto es compatible con los trabajos realizados por García (2012), donde reporto mayor número de géneros de fitonematodos y nematodos de vida libre en cultivos de café donde menos se hace uso de productos químicos.

Gráfico 3. Comparación de los géneros



VI. CONCLUSIONES

- En las fincas se identificaron 5 géneros de fitonematodos (*Pratylenchus* sp., *Rotylenchulus reniformis*, *Belonolaimus longicaudatus*, *Xiphinema americanum*, *Meloidogyne* sp.), y dos géneros de nematodos de vida libre (*Mononchus* sp. y *Rhabditis* sp), exceptuando finca La Estrella donde solo se encontró un género de vida libre (*Mononchus* sp).
- En los suelos de las tres fincas cafetaleras se encontraron cuatro grupos tróficos: depredador (*Mononchus* sp), fitófagos (*Pratylenchus* sp., *Rotylenchulus reniformis*, *Belonolaimus longicaudatus*, *Xiphinema americanum*, *Meloidogyne* sp.) y bacteriófago (*Rhabditis* sp.).
- Se encontró mayor población de fitonematodos que nematodos de vida libre en las tres fincas, pero se encuentran más géneros en las fincas donde los suelos son manejados semi orgánicamente, tanto fitonematodos como nematodos de vida libre.
- Las densidades poblacionales de nematodos fitoparásitos en cada finca mostraron que *Meloidogyne* sp., fue sobresaliente con mayor densidad poblacional seguido de *Pratylenchus* sp. Igualmente al momento de comparar las poblaciones entre las tres fincas, se encontró este mismo comportamiento.
- El estudio mostró en cada finca mayor poblaciones de fitonematodos en comparación a los nematodos de vida libre.
- Con este estudio se ha demostrado la presencia fitonematodos y nematodos de vida en los suelos de las zonas cafetaleras de Waslala, RAAN. Sin embargo los niveles poblacionales de fitonematodos y nematodos de vida libre son bajos.
- Los productores no poseen conocimiento de nematodos en los cultivos.

VII. RECOMENDACIONES

- Realizar investigaciones en la zona que puedan demostrar el comportamiento de los fitonematodos y nematodos de vida libre en el cultivo de café a través del tiempo (puede ser la comparación de poblaciones en invierno y verano).
- Implementar el uso de Buenas Prácticas Agroecológicas que puedan ayudar a disminuir las poblaciones de fitonematodos y que aumenten las poblaciones de nematodos de vida libre. Entre ellas podemos mencionar el balance de nutrientes, aplicación de abonos orgánicos, favorecer el establecimiento de plantas fijadoras de nitrógeno y conservación de suelo y agua.
- Ejecutar capacitaciones a los productores en temas relacionados a los fitonematodos y nematodos de vida libre y su función en los diversos agroecosistemas.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

Alvarado M. ROJAS, G.1994. Cultivo y Beneficiado del Café. Primera edición. (San José, Costa Rica). EUNED. 184p.

ANACAFE (Asociación Nacional de Cafetaleros). 2010. Nematodos, la plaga invisible del café. pp. 1-2.

Anzueto, F; Molina, A; Figueroa, P; Martínez, A. 2000. Situación de los nematodos del cafeto en Guatemala. In memoria: Taller mejoramiento sostenible del café, *Coffea arabica*, por los recursos genéticos, asistido por los marcadores moleculares, con énfasis en la resistencia a los nematodos. F, Anthony y E, Rodríguez eds. CATIE/IRD, San José, pp.39.

Balmaceda, M. y Cruz, S. 1998. Comportamiento de nematodos fitoparásitos asociados a diferentes sistemas de manejo de café, Masatepe, Masaya. Tesis Licenciatura. Universidad Centroamericana, UCA. Managua, Nicaragua.

Bow, I. (2012), "Beneficios cafetaleros del norte en jaque" (en línea), Nueva San Salvador, El Salvador. Consultado el 25 de octubre de 2001. Disponible en <http://www.ni.laprensa.com.ni>.

Campos, C; Sivapalan, P; Gnamaprasam, N. 1990. Nematodes parasites of Coffee, Cocoa and Tea in: *Plant-parasitic Nematodes in subtropical and tropical Agriculture*. Bridge Wallinford, UK, CAB Internacional. pp.113.

CATIE. 2002. Centro de Investigación y Enseñanza. Produciendo café con calidad. Revista No 12. pp.17.

Cepeda, M. 1996. *Nematología Agrícola*. México, Trillas. p 305.

CONICAFE (Comisión Nicaragüense del Café) (2009), *CONICAFE al día*, Managua, Nicaragua, mayo, pág. 15.

Crozzolie R. P; Casassa A.M. 1990. Nematodos fitoparasitos asociados al cultivo del guayabo. Instituto de Zoología agrícola. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 93 pág.

D.L. Coyne, J.M. Nicol y B. Claudius. 2007. Nematología practica: Una guía de campo y laboratorio.

Fernández, E; Acosta, O; Pérez, I. 1993. Manejo integrado de nematodos del género *Meloidogyne* en el cafeto. VIII forum Nacional de Ciencias y Técnicas. Ciudad de la Habana.

Ferris, H. 2011. Curso Regional en “Identificación de Nematodos y Ecología de Suelo”. Organizado por la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua- León (UNAN-LEON) y Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Realizado del 20 al 24 de junio del 2011, UNAN-León, Nicaragua.

Fischersworing, B; Rosskamp, R.2001. Guía para la caficultura ecológica. 3era ed. Lima Perú. 153p.

García, M. 2012. Densidad y Diversidad de Nematodos en sistemas agroforestales de café en asocio con bananos y sombra de leguminosas en Jinotega, Nicaragua. Tesis de Maestría. Turrialba, 2012.

González, H. 2008. Nematodos fitoparásitos. G, Lemus; El duraznero en Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA. Santiago, Chile. pp. 239.

Guzmán- Piedrahita, OA; Castaño-Zapata, J. 2004. Reconocimiento de nematodos Fitopatógenos en Plátanos Dominico Harton (*Musa AAB Simmonds*), África, Fhia-20 y Fhia- 21 en la granja Montelindo, Municipio de Palestina (Caldas), Colombia. 296-297p.

Herrera, I. 1995. Efecto de coberturas vivas de leguminosas en el control de nematodos fitoparásitos del café. Tesis de maestría. Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza (CATIE). Subdirección general adjunta de enseñanza. Programa de estudios de postgrado. Turrialba, Costa Rica. P72.

IHCAFE (Instituto Hondureño de Café): Estadísticas, informe 2001 (en línea). Consultado 13 Octubre. 2012. Disponible en <http://www.cafedehonduras.org/ihcafe/>

Jaehn, A. 1990. Asesoría sobre nematodos de café en el área centroamericana. Promecafé. Guatemala. 17p.

López, D. 2010. Efecto de la carga fructífera sobre la roya (*Hemileia vastatrix*) del café, bajo condiciones microclimáticas de sol y sombra, en Turrialba, Costa Rica.

- Magunacelaya, J. y E. Dagnino. 1999. Nematología agrícola en Chile. Serie Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. Fac. De Ciencias agronómicas 02. Santiago. 289p.
- Malavolta, E. 1981. Nutrición mineral adubación del café. In nutrición y adubación del café. Ed. E. Malavolta, T. Ymada, e J. A. Guidolin. Instituto de la Potasa y el Fosfato, Piracicaba. 138- 178 pp.
- Mendoza, R; Monterroso, D; Gutiérrez, Y. 1995. Estudio de la relación incidencia-severidad de las principales enfermedades del café (*Coffea arabica*) en la IV y VI región de Nicaragua. In Simposio sobre Caficultura Latinoamericana (1993, Managua, Nicaragua) Memoria Tegucigalpa, Honduras, IICAPROMECAFE. V. 1.
- Noir, S; Anthony, F; Bertrand, B; Combes, M C; Lashermes, P; 2003. Identification of a major gene (Mex-1) from *Coffea canephora* conferring resistance to *Meloidogyne exigua* in *Coffea arabica*. *Plant Pathology*. 52: 97-103.
- Philipp, D y Gamboa W. 2003. Observaciones sobre el sistema mucuna-maíz en laderas de Waslala, región atlántica de Nicaragua. *Agronomía mesoamericana*. Cartago – Costa Rica. 7 pp.
- Procter, D. L. C. (1990) 'Global overview of the functional roles of soil-living nematodes in terrestrial communities and ecosystems', *Journal of Nematology*, vol. 22, no. 1, pp. 1-7.
- Rosales, J. 1995. Importancia de los nematodos; su muestreo; en el café de Nicaragua. No. 4, Boletín trimestral. Vice- Gerencia de investigación y extensión cafetalera. UNICAFE. pp.128. Tesis de postgrado. Magister Scientia en Agroforestería Tropical.
- Sequeira F. 1977. Muestreo de Nematodos fitoparásitos en dos zonas cafetaleras de Nicaragua. Ministerio de agricultura y ganadería. Managua, Nicaragua. Folleto, 13 pág.
- Shurtleff, M y Averre, C. 2000. Diagnosing Plant Diseases Caused By Nematodes. P 30-37.
- OIRSA (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria), 2013. Programa Regional en Apoyo al control de la roya del café. Encontrado en <http://www.oirsa.org/portal/documentos-taller-roya/ Programa-regional-de-apoyo-al-control-de-la-roya.pdf>. Consultado el 20 de febrero 2013.

IX. ANEXOS

Anexo 1. Ubicación de Waslala, RAAN y las comunidades en estudio: Caño de los Martínez (Buena Esperanza), Kubaly (La Estrella), La Posolera (La Quinta Estación)



Anexo 2. Esquema de entrevista realizada a propietarios de las fincas de estudio, sobre el cultivo de café y conocimiento en el tema de nematodos

Fecha	
Propietario:	
Nombre de la finca:	
Ubicación:	
Área de la finca	
Área del cultivo:	
Variedad:	
Edad:	
Distancia de siembra:	
Labores en el cultivo:	
Fertilizantes usados:	
Insecticidas usados:	
Fungicidas usados:	
Herbicidas usados:	
Plagas presentes en el cultivo	

1. ¿Qué son nematodos?
2. ¿Puede describir un nematodos?
3. ¿En qué cultivos se presenta?
4. ¿Cuál es el daño que ocasiona a los cultivos?
5. ¿Cómo se pueden controlar?

Anexo 3. Entrevista realizada en la finca La Quinta Estación, Waslala, RAAN

Fecha	26- 10- 12
Propietario:	Mayra Ebel García Soza
Nombre de la finca:	La quinta estación
Ubicación:	La Posolera, Waslala, RAAN
Área de la finca	8 ha
Área del cultivo:	3.5 ha
Variedad:	Caturra
Edad:	9 años
Distancia de siembra:	2m x 1.5m (calle- planta)
Rendimiento del cultivo por ha:	20 QQ
Labores en el cultivo:	Se limpia manualmente dos veces al año (una antes de cosecha y una después de la cosecha). El deshije se hace manualmente una vez al año (después de cosecha)
Fertilizantes usados:	No se usa, ya que el productor es de bajos recursos y piensa que los fertilizantes de ahora no son buenos
Insecticidas usados:	No usa
Fungicidas usados:	Carbendazim y cobre verde
Herbicidas usados:	No usa
Plagas presentes en el cultivo	Broca, zompopo, roya, ojo de gallo.

1. ¿Qué son nematodos?

No tiene conocimiento

2. ¿Puede describir un nematodos?

No tiene conocimiento

3. ¿En qué cultivos se presenta?

No tiene conocimiento

4. ¿Cuál es el daño que ocasiona a los cultivos?

No tiene conocimiento

5. ¿Cómo se pueden controlar?

No tiene conocimiento

Observaciones: cultivo asociado con plátano, banano y cacao. La finca posee muchos árboles y sombra.

Anexo 4. Entrevista realizada en la finca Buena Esperanza, Waslala, RAAN

Fecha	26- 10 12
Propietario:	Lorenzo Jesús López guido
Nombre de la finca:	Buena esperanza
Ubicación:	Caño de los Martínez, Waslala, RAAN
Área de la finca	15 ha
Área del cultivo:	5 ha
Variedad:	CATURRA
Edad:	11 años
Distancia de siembra:	2m x 2m (calle-planta)
Rendimiento del cultivo por ha:	40 QQ
Labores en el cultivo:	Se fertiliza dos veces al año (una después de cosecha y la segunda tres meses después de la primera fertilización) dos meses después de la cosecha se limpia manualmente y dos meses antes de cosecha se limpia nuevamente. El deshije se realiza en conjunto con la poda manualmente una vez al año.
Fertilizantes usados:	Se usa estiércol de vaca, composta, Bio Green y las hojarascas de los árboles.
Insecticidas usados:	Debido a que solo broca se presenta lo que se hace es un control preventivo, recogiendo todos los frutos maduros antes de la cosecha.
Fungicidas usados:	Cobre verde
Herbicidas usados:	No usa

Plagas presentes en el cultivo	Broca, roya y antracnosis
--------------------------------	---------------------------

1. ¿Qué son nematodos?

Ha escuchado pero realmente no tiene conocimiento.

2. ¿Puede describir un nematodos?

No tiene conocimiento

3. ¿En qué cultivos se presenta?

No tiene conocimiento

4. ¿Cuál es el daño que ocasiona a los cultivos?

No tiene conocimiento

5. ¿Cómo se pueden controlar?

No tiene conocimiento

Observaciones: el cultivo está asociado con plátano, mandarina, naranja y cacao. Ellos elaboran el compost.

Anexo 5. Entrevista realizada en la finca La Estrella, Waslala, RAAN

Fecha	26- 10 12
Propietario:	Adrián Mendoza Soza
Nombre de la finca:	La estrella
Ubicación:	Kubaly, Waslala, RAAN
Área de la finca	23 ha
Área del cultivo:	7 ha
Variedad:	CATURRA
Edad:	20 años
Distancia de siembra:	2m x 1.5m (calle- planta)
Rendimiento del cultivo por ha:	44 ha
Labores en el cultivo:	La fertilización se realiza dos veces al año (una antes de cosecha y una después de cosecha) y en esta misma fecha se aplican los productos para controlar las plagas. El deshije y la poda se realizan manualmente una vez al año(después de cosechas) la limpieza se realiza con herbicidas y manualmente
Fertilizantes usados:	18-46-0, urea, 15-15-15, Bayfolan
Insecticidas usados:	Cipermetrina, Vydate y Endosulfan.
Fungicidas usados:	Cobre verde
Herbicidas usados:	Glifosato y Gramoxone
Plagas presentes en el cultivo	Broca, zompopo, roya, ojo de gallo.

1. ¿Qué son nematodos?

No tiene conocimiento

2. ¿Puede describir un nematodos?

No tiene conocimiento

¿En qué cultivos se presenta?

No tiene conocimiento

3. ¿Cuál es el daño que ocasiona a los cultivos?

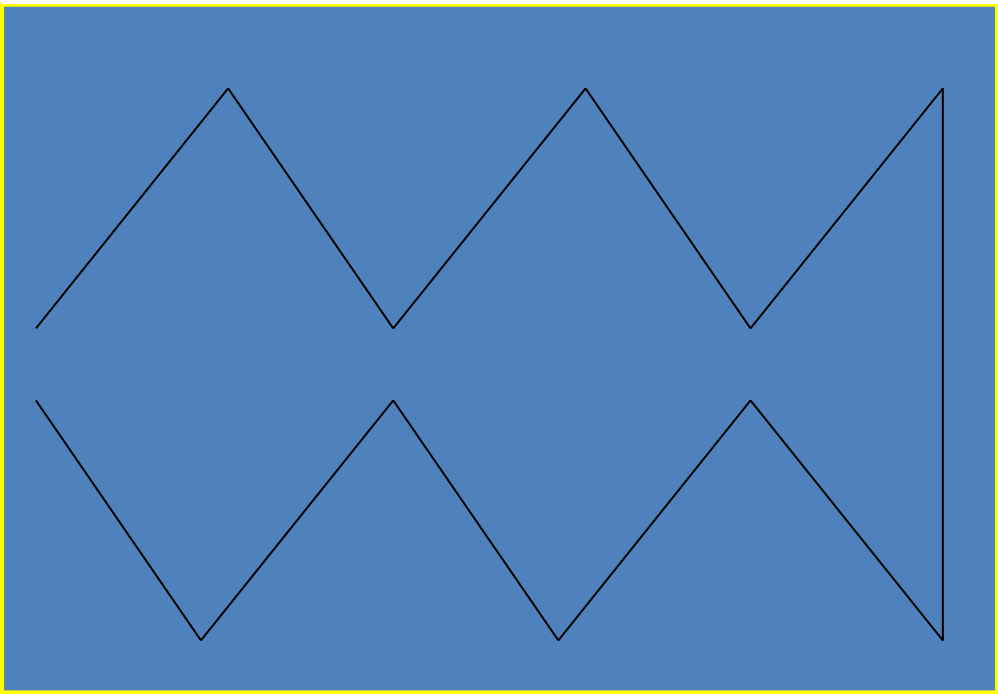
No tiene conocimiento

4. ¿Cómo se pueden controlar?

No tiene conocimiento

Observaciones: el cultivo no está asociado y posee pocos árboles de sombra.

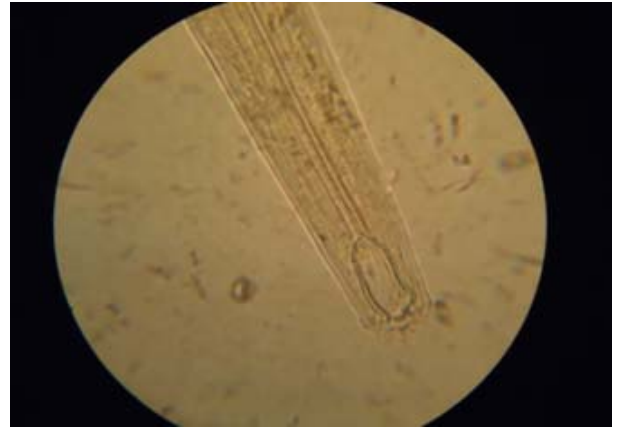
Anexo 6. Ilustración del método de muestreo en zigzag (al azar) realizado en las fincas de estudio



Anexo 7. . Fotos de fitonematodos y nematodos de vida libre en comunidades de Waslala, Región Autónoma del Atlántico Norte. Ciclo agrícola 2012



Rhabditis sp.



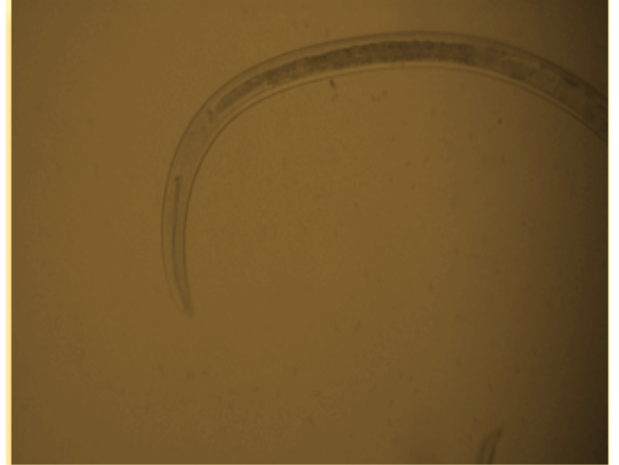
Mononchus sp.



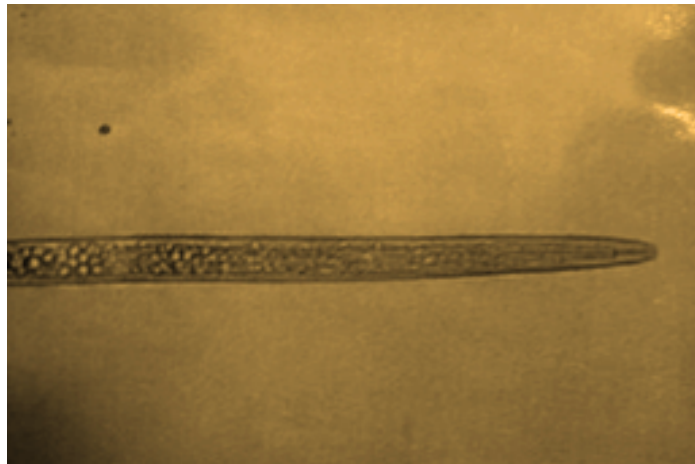
Rotylenchulus reniformis



Xiphinemaamericanum



Pratylenchus sp.



Meloidogynesp.