

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA, LEON
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE AGROECOLOGIA



“Tesis previa para optar al título de Ingeniero en Agroecología Tropical”

Poblaciones de nematodos asociados a diferentes sistemas de manejo del café (*Coffea arabica*) en el municipio de El Cuá, departamento Jinotega

Presentado por:

Br. Ana Karina Gadea Toledo
Br. Arely Jamilett Pineda Herrera
Br. Alexander Antonio Rivera Torrez

Tutor:

Ing. David Estrada Santana

Asesor:

M.Sc Wilber Salazar

Jinotega, Nicaragua, Julio 2014

DEDICATORIA

A Dios

Padre celestial, dador de la vida y sabiduría; por su infinito amor; ser mi guía permitiéndome alcanzar mis objetivos en esta etapa de mi vida estudiantil y de profesionalización.

Mis Padres

A mi madre **Patricia Centeno Herrera**; por ser mi luz, mi ejemplo de lucha y perseverancia, por formarme como persona, enseñarme valores, guiarme y estar siempre dándome su apoyo incondicional, consejos, palabras de ánimos que me permitieron mantenerme en pie en momentos difíciles.

A mi padre **José Ramón Pineda López**, que con mucho esfuerzo y sacrificio hizo posible mi formación profesional y por estar cada día a mi lado brindándome su apoyo.

A mi abuelita **Beatriz Herrera**, por ser un pilar fundamental en mi vida, por su amor incondicional.

Mis Amigas

Por todo el tiempo que compartimos en la universidad; momentos de alegría y tristeza, donde reíamos por no llorar y así superamos cada obstáculo que se nos presentó; gracias chicas por ser parte de esta etapa de mi vida.

A mis maestros

Por el tiempo y apoyo brindado, así como la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional.

Arely Jamilett Pineda

DEDICATORIA

A **Dios**, por haberme dado la fuerza e inspiración en todo momento de mi vida. "Todo lo puedo en Cristo que me fortalece", **Filipenses 4:13**.

A mi querida madre, **Claudia Aurora Toledo** un gran ejemplo de mujer; por ser una leona de tiempo completo que ha luchado en las pobrezas más grandes para que sus hijas tengamos un mejor futuro.

A mi sobrino adorado **Kendry Azarel Rodríguez Gadea**, por ser el motor que me impulsa a cumplir cada una de mis metas.

Así mismo, dedico este trabajo a mi abuelita **Elena Aurora Toledo** por cuidarme estos 24 años de vida y confiar en mí aún en los momentos más difíciles.

A una persona que estuvo a mi lado durante 6 años y me brindó momentos muy bonitos a además de su apoyo económico cuando más lo necesitaba, **Geovany Palácios**.

De igual manera a todos mis amigos, amigas, compañeros de clases con quienes llegamos a compartir momentos inolvidables, cómo no recordar esas giras **Arely Pineda, Julio Osorio, Darling Hernández, Sara Zeas, Gema Montenegro y Anielka Blandón**.

A mi hermana, **Jendry Liseth Gadea** porque a pesar de nuestras discusiones como todas hermanas tenemos nuestros momentos de cabalidad y siendo mi hermanita menor he aprendido mucho de cada una de tus experiencias.

Por último al Sr. **Julio Gadea** mi padre porque el hecho de no estar a mi lado me ayudó a ser una mujer más fuerte y valorar la importancia de la unidad familiar.

Ana Karina Gadea

DEDICATORIA

A **Dios**, por darme las fuerzas y guiarme en todo momento.

A mi madre, **María Auxiliadora Torrez** por ayudarme y no dejarme solo en la aventura de mi vida.

A mi hija, **kristhel Alexandra Rivera** quien es mi inspiración para seguir luchando.

A mi amiga, **Lesbia Lourdes Centeno (q.e.p.d)**.

Alexander Rivera Torrez

AGRADECIMIENTO

A Dios, por ser nuestro guía, llenarnos de sabiduría y paciencia para terminar nuestros estudios.

A nuestros familiares, que dentro de sus preocupaciones, momentos difíciles, desvelos y oraciones al Creador nos ayudaron a triunfar.

A nuestro tutor Ing. David Estrada por habernos guiado durante todo el estudio y habernos capacitado en la identificación de nematodos.

A nuestro asesor M. Sc Wilber Salazar por todo el tiempo brindado en el análisis de nuestra muestras, además por sus valiosas recomendaciones para garantizar resultados confiables.

Al departamento de Agroecología, UNAN-León, por prestarnos las instalaciones del laboratorio de fitopatología y el apoyo incondicional del personal técnico.

A los productores de ambas fincas por brindarnos la confianza, disposición y permitirnos tomar las muestras para la realización de este estudio.

A nuestros profesores, amigos Javier Martínez, Jorge Pinell, Margarita Nieto y Emilio Maradiaga, por su disposición ante cualquier consulta en el transcurso de este estudio.

A nuestra compañera Darling de los Ángeles Hernández, por su acompañamiento en los laboratorios realizados para el análisis de las muestras.

A la familia de nuestro amigo Julio Osorio por recibirnos en su casa las veces que fueron necesarias, haciéndonos sentir en familia.

A todos nuestros maestros, que en el transcurso de la carrera nos formaron brindándonos las herramientas básicas para enfrentarnos al mundo laboral.

**Arely Jamilett Pineda
Ana Karina Gadea
Alexander Rivera Torrez**

INDICE GENERAL

Contenido	Página
DEDICATORIA	i
DEDICATORIA	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
INDICE GENERAL	v
RESUMEN	vii
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS	3
III. HIPOTESIS.....	4
IV.MARCO TEORICO	5
4.1 Generalidades del cultivo del café	5
4.2 Principales plagas y enfermedades	6
4.3 Nematodos	7
4.3.1 Características	7
4.3.2 Anatomía	8
4.3.3 Ciclo de vida	8
4.3.4 modo de acción de los nematodos	8
4.4 Modo de acción de los nematodos	8
4.5 Ambiente de los nematodos	10
4.6 Daños causado por los nematodos	11
4.7 Principales géneros de importancia económica	12
4.7.1 <i>Meloidogyne sp</i> (nematodo nodulador)	12
4.7.1.1 Descripción del patógeno	12
4.7.1.2 Epidemiología	13
4.7.2 <i>Pratylenchus sp</i> (nematodo lesionador)	15
4.7.2.1 Rango del hospedero	15
4.7.2.2 Descripción del patógeno	15
4.8 Sistemas de manejo	16
4.8.1 Producción tradicional	16
4.8.2 Producción orgánica	17
4.9 Uso de sombra en cafetales	18
4.9.1 Tipos de sombra	18

V. MATERIALES Y METODOS	20
5.1 Ubicación del estudio	20
5.2 Descripción del estudio	20
5.2.1 Finca las pilitas	20
5.2.2 Finca el zapotillo	20
5.3 Descripción del área experimental	21
5.3.1 Finca las pilitas	21
5.3.2 Finca el zapotillo	21
5.4 Determinación del porcentaje de sombra en ambas fincas	21
5.5 Diseño experimental y análisis estadístico	22
5.6 Determinación de la presencia de nematos en café	22
5.7 Fase de estudio	23
5.7.1 Fase de campo.....	23
5.7.2 Metodología para la extracción de muestras de suelo	23
5.7.3 Fase de laboratorio	24
5.8 Extracción de nematodos	24
5.8.1 Embudo de Baerman	24
5.8.2 Extracción de nematodos en raíz	25
5.8.3 Identificación de nematodos	25
5.9 Variables a ser evaluadas	25
5.9.1 Operacionalización de las variables	26
VI. RESULTADOS Y DISCUSION	27
VII. CONCLUSIONES	35
VIII. RECOMENDACIONES	36
IX. BIBLIOGRAFIA	37
X. ANEXOS	41

RESUMEN

A través de los años la intensificación del cultivo del café ha aumentado la incidencia de nematodos provocando un déficit de la producción. Otro factor de impacto es la eliminación excesiva de sombra en los cafetales generando impactos negativos. (Uribe 1971; Gómez 1992).

En el presente estudio mostramos los resultados obtenidos del muestreo; cuyo propósito fue evaluar poblaciones de nematodos asociados al cultivo de café (*Coffea arabica*). Los tratamientos considerados fueron la combinación de dos niveles de manejo (convencional y orgánico extensivo) con dos niveles de sombra al 50% y 25% respectivamente, en dos época del año (invierno e inicio de verano), en el municipio de El Cuá, departamento Jinotega (ciclo agrícola 2012 -2013). Se realizaron 2 muestreos, que consistieron en la toma de muestras de suelo y raíces. Las muestras de suelo fueron analizadas con el método del embudo de Baermann y las de raíces con el método de macerado por licuadora + tamizado.

Se evaluaron las variables, poblaciones de nematodos fitoparásitos y no parásitos por género, encontrados en 200 g de suelo y 10 g de raíz por tratamiento. Las poblaciones más altas en suelo se dieron bajo manejos de sombra del 50% a inicios del verano, los géneros más predominantes fueron los de vida libre, en el caso de *Pratylenchus*, también se vió favorecido por estas condiciones, sus poblaciones fueron similares tanto en manejo convencional y orgánico. En raíz el género más predominante es *Meloidogyne* en la etapa de invierno.

I.INTRODUCCIÓN

El café (*Coffea arabica*) se produce en casi 80 países en desarrollo del mundo, en un área de más de 10 millones de hectáreas, y genera empleo para más de 20 millones de personas, la mayoría de pequeños productores con menos de 5 hectáreas. Estas áreas se siembran bajo sombra, en algunos casos plantaciones selváticas, ubicadas en las regiones biológicas más ricas del mundo (Bendaña s.f).

Actualmente en Nicaragua se estiman unas 143,388 manzanas (equivalentes a 100,372 hectáreas) cultivadas con café, las cuales están distribuidas en las regiones norte, central y pacifico del país, siendo a través de este rubro, que en Nicaragua se vincula profundamente al mercado capitalista mundial, provocando un impacto en la vida agrícola y socioeconómica del país.

Las características del suelo, los factores climáticos y los sistemas de manejo practicados influyen sobre el desarrollo y producción del cultivo del café en las diferentes zonas del país, así como en la incidencia y comportamiento de plagas y enfermedades, dentro de las cuales los nematodos constituyen una plaga muy importante para el cultivo del café, ya que afecta principalmente el sistema radicular (Herrera, *et al.*2002).

Los nematodos son organismos microscópicos, con apariencia de pequeñas lombrices, que habitan en todos los ambientes. Algunos nematodos se alimentan de materia orgánica, hongos y bacterias presentes en el suelo (vida libre) y otros se alimentan de tejidos de las plantas (parásitos).

Los dos principales géneros de nematodos parásitos del café en Nicaragua son: *Pratylenchus coffea* (lesionador de la raíz), el cual ha tenido mayor incidencia en la región norte y *Meloidogyne* sp. (Formador de agallas) en la región sur del país (Guharay, *et al*, 2000). Otros géneros son *Rotylenchulus reniformes* y *Helicotylenchus* sp. (Herrera, 1995; Escobar, 2008).

En la actualidad los productores están enfrentando bajos rendimientos, además de dificultades para identificar y diferenciar los nematodos de otros tipos de plagas, como resultado de esto, se realizan malas prácticas de manejo para su control; se hace necesario estudiar cómo se desarrollan las poblaciones de nematodos bajo diferentes sistemas de producción, precisar la cuantificación de las poblaciones e identificar los géneros predominantes en general.

Es por ello que con el presente trabajo de investigación aportamos una herramienta a productores y estudiantes para que puedan dar seguimiento al estudio y contribuya a mejorar el nivel de conocimiento sobre estos organismos

II.OBJETIVO GENERAL

Evaluar poblaciones de nematodos asociados al cultivo de café bajo dos sistemas de manejo (convencional y orgánico) en el municipio de El Cuá, Departamento de Jinotega, durante el ciclo agrícola 2012-2013.

OBJETIVOS ESPECIFICOS.

Cuantificar poblaciones de nematodos asociados al cultivo de café bajo dos diferentes sistemas de manejo, de acuerdo al porcentaje de sombra que incide en el cultivo en dos épocas del año.

Determinar los géneros de nematodos que predominan en los sistemas de manejo convencional y orgánico.

III. HIPOTESIS

H0: Los sistemas de manejo del cultivo de café no tienen efecto sobre las poblaciones de nematodos.

Ha: Al menos uno de los sistemas de manejo del cultivo de café tiene efectos sobre las poblaciones de nematodos.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1 Generalidades del cultivo del Café, según Guharay *et al* (2000)

El Café (*Coffea arabica*), que se cultiva en América es originario de Etiopía (Abisinia) y Sudán, cerca del Lago Tana, ambos del continente Africano. Este grano se produce en más de 70 países alrededor del mundo, de los cuales 45 son miembros de la Organización Internacional del Café (OIC), que en conjunto representan el 97% de la producción mundial de café.

La llegada del café a Nicaragua se remonta a la década de los cuarenta del siglo XIX, dando sus primeros pasos en el Pacífico. Posteriormente, el cultivo se difundió hacia las sierras de Managua y de allí, hacia el Norte del país.

El 95% del café producido en Nicaragua es cultivado en sombra, lo que permite una planta menos exigente en sus requerimientos nutricionales (fertilizantes) y garantiza una calidad suprema promoviendo una tecnología de bajo insumo y amigable con el medio ambiente.

El 100% del café Nicaragüense es arábica lavado, y sus variedades son: Caturra, Borbón, Maragogipe, Típica (MIFIC, 2005). La especie arábica es la más apreciada crece en alturas entre 500 y 1500 msnm, temperaturas de 15° a 30°C. Con un rango de precipitación pluvial de 1200 a 1800 mm anual distribuido en 5 ó 6 meses y requiere humedad relativa medias que oscilan entre 65 y 85%. El arbusto se desarrolla mejor en suelos sueltos de textura franca (F), sin embargo se adapta a suelos franco arcilloso (FC) y franco

arenoso (FA), con una profundidad efectiva de 50 cm y una capa arable de 20 cm de horizonte orgánico a un pH de 5.5 a 6.5.

4.2 Principales plagas y enfermedades

El café es afectado por plagas insectiles y enfermedades en las diferentes etapas fenológicas del cultivo, provocando daños y en casos extremos hasta la muerte de la planta, lo cual disminuye la calidad y la cantidad de la producción.

En cuanto a los insectos se reportan: minador de la hoja (*Leucoptera coffeella*); broca del café (*Hypothenemus hampei*); cochinilla (*Planococcus citri*), gallina ciega (*Phyllophaga* spp).

Existen diferentes enfermedades que ocasionan grandes pérdidas económicas entre las cuales tenemos: Ojo de Gallo (*Mycena citricolor*), Mancha de Hierro (*Cercospora coffeicola*), Roya (*Hemileia vastatrix*), Mal de Hilacha (*Pellicularia koleroga*) y la enfermedad rosada (*Corticium salmonicolor*).

Otra plaga de mucha importancia es la incidencia de nematodos, ya que en la mayor parte de las plantaciones de cafetos en el país, es común la presencia de estos parásitos, especialmente las especies *Meloidogyne exigua*, *M. incognita* y *Pratylenchus coffea* (Jaramillo, 1982); estos predisponen a las plantas para la infección por otros organismos, ya que al penetrar en las raíces causan cambios fisiológicos en los tejidos, lo que facilita la acción de los hongos, bacterias y virus que habitan el suelo (Taylor y Sasser 1983), ocasionan daños indirectos; no permiten que el café se desarrolle normalmente y exprese plenamente su potencial productivo. Los

nematodos se producen mayormente durante el período lluvioso pero sus daños en las plantas se acentúan durante el período seco (Mateille 1993).

4.3 Nematodos

4.3.1 Características.

Son organismos cilíndricos, lisos, no segmentados, que miden menos de 1 a 2 mm de largo y tienen un aspecto similar al de una lombriz. Las especies fitoparasíticas se alimentan de las células de las plantas al extraer su contenido por medio de un estilete (Carballo, 2004).

4.3.2 Anatomía

Cuerpo: es casi transparente, cubierto por una cutícula incolora, generalmente está marcado por estrías. La cutícula muda cuando pasan a través de sus estados larvales.

Sistema digestivo: Consiste en un tubo hueco que se extiende desde la boca, a través del esófago, intestino recto y ano.

Sistema reproductivo: Está bien desarrollado, las hembras poseen uno o dos ovarios, seguido de un oviducto, el útero y terminando en la vulva. La estructura reproductiva del macho es similar a la hembra pero posee testículos y una vesícula seminal (Shurtleff y Averre, 2000), citado por Reyes, (2009).

4.3.3 Ciclo de vida.

Los huevos eclosionan produciendo larva, estas pasan por cuatro estados larvales, la primera muda ocurre en el huevo. Después de la última muda se diferencian sexualmente. Una hembra puede producir huevos después de aparearse con un macho o en ausencia de éste. Su ciclo de vida se puede completar de 3 a 4 semanas (Castaño, s.f.).

4.3.4 Modo de acción de los nematodos.

Durante su alimentación perforan la pared celular, inyectan saliva dentro del citoplasma, succionan parte del contenido celular y se movilizan en segundos (Shurtleff y Averre, 2000).

Otros se alimentan más lento y pueden permanecer horas y hasta días, estos nematodos al igual que las hembras que se establecen permanentemente inyectan saliva intermitentemente.

Este proceso causa una reacción de las células, lo que resulta en la muerte o debilitamiento del ápice de las raíces y ramificaciones (Castaño, s.f.), citado por Reyes *et al* (2009).

4.4 Nematodos en el cultivo del Café, según ANACAFE (1991).

Los nematodos son organismos microscópicos y con apariencia de pequeñas lombrices, que habitan en todos los ambientes. Algunos nematodos se alimentan de materia orgánica, hongos y bacterias presentes en el suelo (Vida libre) y otros se alimentan de los tejidos de las plantas (parásitos).

Los nematodos fitoparásitos se caracterizan por su estilete, el cual introducen en las células para alimentarse, causando daño en el tejido de las raíces. Atacan plantas de café en semillero, almacigo y plantaciones adultas, bajo ciertas condiciones pueden causar pérdidas económicas importantes. Estos pueden clasificarse según el tipo de hábito alimenticio que ejercen sobre sus huéspedes.

- Endoparásitos. El adulto penetra totalmente en la planta, los huevos se desarrollan dentro y sólo las formas juveniles salen al exterior liberándose al morir la planta. Se alimentan por sincitios alimenticios. Ejemplos: *Meloidogyne sp.*
- Semi-endoparásitos. El adulto se fija profundamente a la planta hospedadora, dejando parte del cuerpo expuesto al exterior. La puesta se libera al suelo al eclosionar. Se alimentan por sincitios alimenticios. Ejemplos: *Heterodera, Globodera, Pratylenchus.*
- Ectoparásitos sedentarios. Introducen solo la cabeza en la planta, no suelen desprenderse, salvo para la reproducción. Realizan la puesta directamente en el suelo. Ejemplos: *Pratylenchus, Rotylenchus.*
- Ectoparásitos migratorios, pueden ser asimilados a nematodos de vida libre con alimentación fitófaga. Sólo introducen en la planta el estilete.

- Algunos forman "sincitios alimenticios". Ejemplos: *Xiphinema*, *Trichodorus*.

En numerosas ocasiones la presencia de nematodos fitoparásitos en las raíces del cafeto es ignorada, debido a que los síntomas que aparecen en las plantas afectadas son variadas y semejantes a los provocados por desórdenes nutricionales o la presencia de otras plagas, esto es debido a que los nematodos son organismos microscópicos lo que explica el porqué a escala global, hasta hace apenas tres décadas se le había prestado relativamente poca atención a estos organismos.

El desarrollo de una población de fitonemátodos en un cultivo, involucra los procesos de supervivencia, diseminación, infección, alimentación y reproducción. En ausencia del hospedante los fitonemátodos pueden sobrevivir períodos de semanas o meses en estados de baja actividad metabólica, proceso conocido como criptobiosis, inducidos por factores endógenos y ambientales.

4.5 .Ambientes de los nematodos.

Los nematodos tienen dos nichos ecológicos: el suelo y la planta. En el suelo son semi-acuáticos, necesitan una película de agua. Por lo que la textura y estructura que determinan la retención de agua afectaría su vida. Los nematodos se mueven en el suelo por sí mismo activamente, otros casi no tienen movimiento, pero en forma pasiva se mueve por corriente de agua, aire y otros organismos o materiales que se trasladan. Las partículas de suelo finas de arcillas afectan el movimiento de los nematodos, pero en

suelos arenosos no existen problemas, aunque si son bien drenados se secan fácilmente y pueden reducirse las poblaciones

La materia orgánica provee a los suelos propiedades detrimentales a los nematodos puesto que aumentan los enemigos naturales y cambian el microclima del suelo. La mayoría son activos a partir de los 5°C y mueren a los 48°C, si se exponen 30 minutos a dicha temperatura. En el suelo compiten con individuos de la misma especie por sitios de penetración y/o alimentación o bien tienen enemigos naturales como bacterias, rickettsias, hongos, protozoarios colémbolos, virus, (Sequeira 1997)

4.6 Daños causados por los nematodos

Los nematodos son considerados una de las plagas más importante al nivel mundial, que afecta drásticamente la producción de muchos cultivos, entre ellos el café causando daños tan serios, que es imposible mantener una agricultura económicamente viable, sin el uso de alguna forma de control nematológico.

Según Hernández (1990) citado por Medina y Calero (1995), los síntomas como la reducción de la velocidad de crecimiento y pérdida de la vitalidad de las plantas de café, se asocian al sistema radical en el cual se puede observar la presencia de agallas en el caso de ataques de *Meloidogyne* sp, lesiones en las raíces provocadas por *Pratylenchus* sp y *Rotylenchus* sp.

Estos causan daños significativos porque están ubicados en una zona importante de la planta que se encarga de tomar nutrientes y agua del suelo y trasladarlo a la planta. Se localizan únicamente en las raíces y en la parte aérea de las plantas, se observa un marchitamiento, amarillamiento de las hojas lo que aparenta deficiencia de agua y nutrientes, por lo tanto se

confunden con problemas de fertilización. Los cultivos afectados se ven disparejos con grupos definidos de plantas afectadas por el enanismo.

4.7 Principales géneros de importancia económica

Los géneros de nematodos que afectan con mayor frecuencia la producción de café son: *Meloidogyne* y *Pratylenchus*. En Costa Rica se ha reportado la presencia de varias especies de *Meloidogyne*, entre ellas *exigua*, *arabica*, *incognita*, *javanis* y *mayaguensis*. *M. exigua* está distribuida ampliamente a nivel nacional; del género *Pratylenchus* se identifican la especie *coffea* (Samayoa 1999).

4.7.1 *Meloidogyne* sp. (Nematodo Nodulador).

4.7.1.1 Descripción del patógeno, según Salazar (2009).

El género *Meloidogyne* se clasifica como parásito sedentario. Los estados juveniles penetran la raíz y luego la hembra adulta desarrolla un sitio de alimentación modificando las células, donde se quedan inmóviles y producen huevos que en el caso de *M. exigua* queda en su gran mayoría dentro de la misma raíz.

El ciclo biológico de los nematodos de género *Meloidogyne*, se inicia con un huevo, dentro del cual ocurre una primera muda formándose un juvenil de segundo estadio (J2) que es el estadio infectivo, posteriormente los J2 penetran por la caliptra de la raíz y se mueven intercelularmente y se ubican muy cerca de los haces vasculares estableciendo un sitio especializado de alimentación. Al cabo de cierto tiempo ocurre una segunda, tercera y cuarta muda originándose los juveniles de tercero, cuarto estadio y adultos (hembras y machos), respectivamente.

Estas etapas se diferencian por los cambios de la cutícula y por la madurez sexual. Los machos mantienen su forma vermiforme mientras que las hembras adquieren una forma globosa semejante a una pera y son consideradas endoparásitas sedentarias. La acción de las hembras durante el establecimiento del sitio de alimentación origina cambios a nivel celular de la planta producto de la secreción de enzimas proveniente de la glándula esofágica dorsal del nematodo; causando un crecimiento anormal de las células circundantes que luego se transforman en "células gigantes" multinucleadas, este género se caracteriza por destruir completamente la raíz del cafeto, la planta no forma raíces nuevas. A diferencia de otros géneros posee una característica muy peculiar (formación de agallas).

El género *Meloidogyne* sp., tiene un muy amplio rango de hospederos que supera las 3000 especies de plantas a nivel mundial, algunas especies de este género son altamente específicas sin embargo la mayoría son polífagas y poseen un amplio rango de hospederos. Usualmente, dos o más especies de *Meloidogyne* sp., pueden ser encontrados en un mismo hospedero.

4.7.1.2 Epidemiología, según Salazar (2009).

Las infecciones causadas por *Meloidogyne* sp alteran completamente el funcionamiento de toda la planta. Las hembras, huevos y juveniles pueden sobrevivir en las raíces de plantas hospederas; los huevos y juveniles son liberados en el suelo una vez que los rastrojos de plantas en los que están contenidos se desintegran.

Una vez que la temperatura y la humedad del suelo son apropiadas los huevos eclosionan y juveniles del segundo instar emergen y penetran las raíces, moviéndose de manera intracelular e intercelular. Una vez dentro de la raíz ellos atacan las células corticales las cuales se agrandan y

reproducen más rápidamente que las células no atacadas, induciendo de esta forma a la planta a desarrollar células especializadas para brindar alimentos a los nematodos las cuales son llamadas células gigantes.

Cada juvenil puede producir al menos una agalla, estas pueden formarse individualmente hasta formar nudos radicales. Estos nematodos pueden provocar el agrandamiento de varias células alrededor de su cabeza, las cuales se convierten en una fuente de nutrición para ellos. Estas células son multinucleadas y continúan aumentando de tamaño a la vez que la hembra se expande y produce huevos. *Meloidogyne hapla* generalmente produce agallas pequeñas, mientras que *M. incognita* y *M. javanica* causan agallas masivas y deformes. El ataque de nematodos es muchas veces acompañada por hongos fitopatógenos como *Fusarium oxysporum* y *Sclerotium rolfsii*. Estas células especializadas se desintegran cuando el nematodo muere.

Los estados juveniles infectivos pueden penetrar hasta los tejidos vasculares, si el xilema y floema, son severamente afectados durante el ataque, el transporte de agua y nutrientes a las partes superiores de las plantas es disminuido, lo que causa una reducción en los rendimientos del cultivo. El daño causado por estos nematodos es más severo en suelos arenosos que en suelos arcillosos, citado por Salazar (2009).

Según Fernández *et al.* 1993; *Meloidogyne* 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.

4.7.2 *Pratylenchus* sp. (Nematodo Lesionador)

4.7.2.1 Rango de hospedero

Las plantas hospederas de nematodos del género *Pratylenchus* sp., incluyen frijol, brócoli, cacao, zanahoria, coliflor, apio, cítricos, café, algodón, maíz, cucurbitáceas, okra, cebolla, piña, caña de azúcar, tomate, tabaco, soya entre otras especies de planta cultivadas y no cultivadas (Salazar 2009).

4.7.2.2. Descripción del patógeno

El género *Pratylenchus* se clasifica como endoparásito migratorio, todos los estados de desarrollo pueden penetrar las raíces y migrar al suelo nuevamente. Se alimentan de los tejidos de la raíz mientras se movilizan a través de ella.

Los huevos de las hembras son depositados al interior de las raíces o en el suelo después de ocurrida la incubación de los huevos, emerge el estado J2, que se dirige a la búsqueda de nuevos sitios de alimento y posteriormente seguir con sus mudas de cutículas y llegar a estado adulto (Magunacelaya y Dagnino 1999).

Este género de nematodo puede ser identificado por las siguientes características: forma vermiforme, longitud de 0.4-0.7 mm y 20-25 μm de diámetro, cuando mueren o entran en reposo toman una forma ligeramente curvada ventralmente. Cabeza baja y achatada, la cual bajo el estereoscopio parece ser un pequeño sombrero sobre la cabeza del nematodo. Labios fuertemente esclerotizados y divididos en 2, 3 o 4 anulaciones. Estilete de 20 μm de longitud o aproximadamente dos veces el ancho de la cabeza. Esófago traslapado ventralmente con el intestino. En el caso de hembras, la

vulva es posterior usualmente al 70 o 80% de la longitud del cuerpo. Los machos poseen cola corta, dorsalmente conoide, bursa extendida hasta cubrir la punta de la cola (Salazar 2009).

Este género prefiere penetrar por detrás de la zona de elongación de las raíces, son muy polífagos, lo que hace que la rotación sea una medida de difícil control.

Se ha demostrado que *Pratylenchus sp*, puede causar grandes daños a las raíces de café, lo que resulta en la reducción de absorción de agua y de nutrientes. Por ejemplo *Pratylenchus coffeae* en plantas parasitadas causa una reducción significativa de absorción de amonio y nitrato, probablemente debido a que la función de la raíz se ve afectada por la invasión del nematodo (Monteiro y Lordello, 1974).

4.8 Sistemas de manejos

4.8.1 Producción convencional.

La agricultura en su afán de suplir de alimento a la creciente población mundial, ha incrementado sus rendimientos gracias a los avances científicos e innovaciones tecnológicas, como: el uso de nuevas variedades, fertilizantes, riego y plaguicidas para el control de plagas y enfermedades. Esta nueva agricultura se basa en: labranza intensiva del suelo para crear condiciones propicias para las raíces de las plantas, monocultivos para obtener mayores rendimientos por hectárea, riego para estabilizar la estacionalidad de la producción, la aplicación de fertilizantes inorgánicos los

cuales son rápidamente absorbidos por la planta, el control químico contra plagas y enfermedades y por último la manipulación genética de las plantas para obtener mejores cosechas y protección contra condiciones adversas de clima y plagas. Todas estas prácticas favorecen la productividad a corto plazo comprometiendo así la de largo plazo.

El sistema tradicional se caracteriza por el asocio de árboles de sombra con el cafeto. Los rendimientos bajo este sistema son bajos, sin embargo, se reducen los costos de producción en relación al control de malezas, plagas y enfermedades, ya que la incidencia de éstas es limitada debido a las condiciones que le brinda el sistema. Todo esto se traduce en estabilidad económica y ecológica (Vaast, 1999).

La sombra beneficia al café especialmente cuando se siembra en suelos de baja fertilidad y deficientes de agua, o en lugares con alta luminosidad como puede ocurrir a bajas elevaciones con respecto al nivel del mar, donde se producen condiciones de estrés por altas temperaturas (Muscher, 1997). Además proporcionan sistemas microbiológicos necesarios para una resistencia natural contra la erosión y las plagas (Boyce *et al.*, 1994).

4.8.2 Producción orgánica

En este tipo de agricultura las prácticas más comunes son la rotación de cultivos, el uso de rastrojos vegetales, abonos animales, asocio con leguminosas, abonos verdes, rocas minerales, y el control biológico de plagas y enfermedades. Estas prácticas incrementan la fertilidad del suelo y

ayudan en el control de malezas, enfermedades y plagas dentro del cultivo (Altieri 1999).

Según Cenicafe (2005), define café orgánico como “el café producido y procesado en un sistema sostenible (ambiental, técnico, social y económicamente viable), sin la utilización de químicos de síntesis”. Hay que tener presente que la producción de café orgánico no es sinónimo de cultivo abandonado, sino que este responde a recomendaciones técnicas bajo una conciencia orgánica (Boyce 1994).

4.9 Uso de sombra en los cafetales.

El café es una planta que necesita poca luz para desarrollarse, según varios estudios, el fotoperiodo del café varía de 4 a 5 horas diarias, necesita de un ambiente fresco, poca luz y humedad suficiente para poder tener las condiciones ideales para su crecimiento, floración y fructificación, ósea que su ecología no debe ser alterada, pues aunque crece sin sombra y con mucho calor, prácticamente se le obliga a vivir en un ambiente que no le es ideal. (Vanegas, 2006).

4.9.1 Tipos de sombra.

Sombra temporal: es aquella que dura poco tiempo y se usa principalmente cuando se establece por primera vez un cafetal, en los viveros. Se puede usar como sombra temporal: musáceas, higuera, crotolaria.

Sombra permanente: es aquella que queda establecida por largo tiempo y puede durar de 8 a 10 años o más. Son principalmente árboles y de preferencia que sean perennifolios.

Los árboles que se recomiendan para la sombra del café son las guabas (*Inga sp*). El uso de árboles permanentes para sombra debe de ser de diferentes tipos, ya que será difícil que sea atacado por las mismas plagas y enfermedades. Es también difícil que compita por los mismos nutrientes y en las mismas cantidades ya que tendrán diferentes exigencias.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Ubicación del estudio.

El presente estudio se realizó de agosto 2012 a febrero 2013, en el municipio El Cuá, Jinotega. Este municipio tiene una superficie de 4,234 Km², localizado a 13° 22"norte y 85° 40" oeste a una altitud de 600 msnm, con temperaturas entre 24 y 25° C, precipitación anual de 1600 a 2000 mm, con un periodo de invierno de 8 meses (INIFOM 2012) .

5.2 Descripción del estudio.

El estudio presentó un enfoque fitosanitario, para ello se realizó muestreos de nematodos asociados al cultivo de café bajo dos tipos de manejo (orgánico y convencional) con dos niveles de sombra al 50% y 25% respectivamente, en dos épocas del año invierno y verano. Para este fin se muestrearon dos fincas cafetaleras.

5.2.1 Finca Las Pilitas

El productor da un manejo convencional al cultivo de café, ésta finca está ubicada en la comunidad Divisiones de El Cuá, a una altitud de 550 msnm, con una topografía inclinada mayor al 10%.

5.2.2 Finca el Zapotillo

El productor da un manejo Orgánico, ubicada en la comunidad la Pavona, a una altitud de 900 msnm, con una topografía inclinada mayor al 10%.

5.3 Descripción del área experimental.

5.3.1. Finca Las Pilitas.

La variedad de café utilizada fue Paca con 5 años de edad con una distancia de 1.68 m entre surco y un 1 m entre planta. El área experimental fue de media manzana con una densidad de 4,200 plantas por manzana, suelo franco arcilloso. (Anexo 1)

Las especies de sombra presente en su mayoría son musáceas, Inga sp. Y en su minoría especies frutales (mangos y naranjas).

El productor utiliza diferentes productos químicos para el control de plagas y enfermedades. (Ver anexo1)

5.3.2 Finca El Zapotillo.

La variedad utilizada fue Paca, con 10 años de edad con una distancia de 1.6 m entre surco por 1.25 m entre planta el área experimental es de media manzana con una densidad de 3,484 plantas por manzana.

Las especies de sombra presente en su mayoría son musáceas e Inga sp.

El productor emplea sistema de manejo orgánico hace 10 años (Ver anexo 1)

5.4 Determinación del porcentaje sombra en ambas finca

Para la determinación del porcentaje de sombra, seleccionamos 3 sitios en la parcela; uno con poca sombra, otro con sombra media y el último con mucha sombra. En cada uno de los sitios definimos un área de 10 surcos por 10

plantas en cada surco, en una hoja, marcamos 100 puntos negros, que representan los cafetos, luego caminamos por cada surco y nos detuvimos donde estaba el primer árbol de sombra y dibujamos el contorno de la sombra al medio día, proyectada por la copa del árbol, también se tomaron en cuenta las sombras de los árboles que están fuera del lugar de muestreo pero que dan sombra al sitio (Ver anexo 2).

La suma de todos los cafetos que están debajo de algún tipo de sombra nos dio el porcentaje de cobertura de sombra. Luego evaluamos la uniformidad de la distribución de la sombra en los tres sitios elegidos en la media manzana (CATIE, 2008).

5.5 Diseño experimental y análisis estadístico.

Los datos obtenidos en cada muestreo fueron insertados en una base de datos en Excel.

Se utilizó el diseño completamente aleatorio (DCA), con el propósito de reducir, tanto como sea posible la heterogeneidad entre parcelas. Posteriormente para cada muestreo se realizó un análisis de varianza y comparación de medias, utilizando Tukey (0.05). Debido a que el área de muestreo presentaba diferentes condiciones (suelo, edad, ubicación) el efecto de los tratamientos fue analizado por separado.

5.6 Determinación de la presencia de nematodos en el café.

En estas fincas se realizaron muestreos de suelo tomando 200 g de suelo y de 10 g de raíces de planta de café, con el fin de conocer los géneros y densidades poblacionales de los nematodos asociados al cultivo.

5.7 Fases del estudio.

5.7.1 Fase de campo.

Las muestras fueron colectadas en dos momentos en agosto 2012 y febrero 2013. El número de muestras que se extrajeron dependió del área muestreada. Con una cinta se midieron las parcelas de las fincas para determinar el número de sub muestras que correspondió a 10 por parcela, se tomó como referencia la metodología recomendada por Shurtleff y Averre III (2000).(ver anexo 3)

5.7.2 Metodología para extracción de muestras de suelo.

Los puntos de muestreo fueron seleccionados, en formas al azar se realizo un muestreo aleatorio a través de la calculadora; con el fin de obtener muestras representativas de la zona de estudio.

Las muestras de suelo fueron extraídas con un barreno donde se extrajeron un 1Kg de suelo; en el caso de la toma de muestra de raíces; fueron tomadas de la zona radicular de la planta a un diámetro de 15 cm alrededor del tallo de la planta y a 15 cm de profundidad.

Las muestras fueron homogenizadas y se pasaron por una zaranda para eliminar restos vegetales y piedras. Del suelo homogenizado se seleccionaron 200g de suelo y 10 g de raíz, las cuales fueron llevadas al laboratorio.

La muestra se colocó en bolsas plásticas limpias, etiquetadas con la fecha y nombre de la parcela, cultivo previo y actual, variedad, edad del cultivo, localidad y nombre del muestreador.

5.7.3 Fase de laboratorio.

Se realizaron dos métodos de extracción para procesar las muestras: Embudo de Baermann para muestras de suelo y el método del licuado más tamiz en el caso de raíces, estos se describen a continuación.

5.8 Extracción de nematodos

5.8.1 Embudo de Baermann.

De la muestra extraída de campo, se pesaron 200 gr de suelo con la ayuda de una balanza analítica electrónica, luego se colocó en el embudo de Baermann, tal como fue descrito por Shurtleff y Averro III (2000).

Después de 48 hrs se tomó un Beaker y se vertió 100 ml de solución conteniendo los nematodos, de donde posteriormente se extrajeron 20 ml los que se colocan en el plato de Syracuse para su posterior cuantificación.

El plato Syracuse se puso en el estereoscopio para extraer con la ayuda de un gotero los nematodos, los cuales fueron colocados en el microscopio para identificarlos. Estos se identificaron tomando en cuenta características morfométricas tales como tipo de estilete, forma del esófago, tipo y forma de la cola, posición de la vulva (hembras) entre otras características particulares de cada especie de nematodo encontrado.

Una vez extraídos todos los nematodos de los 20 ml se realizó una regla de tres para saberla relación nematodos en los 100 ml que corresponde a 100gr de suelo.

5.8.2 Extracción de nematodos en raíces, basado en Araya (2002).

Las raíces recolectadas, fueron lavadas y cortadas en trozos de 1-2 cm de largo, pesando 10gr del material vegetal y se colocaron en la licuadora en 100 ml de agua, licuándose por 30 segundos.

Luego se decantó la solución obtenida sobre los tamices de menor diámetro y se recogió los residuos de los tamices; depositándolo en un Beaker. A la solución se le agrego agua hasta obtener una solución de 100 ml que se incubo y fue observado en el microscopio cada 24 hrs hasta completar 72.

5.8.3 Identificación nematodos.

Estos se identificaron tomando en cuenta características morfométricas tales como tipo de estilete, forma del esófago, tipo y forma de la cola, posición de la vulva (hembras) entre otras características particulares de cada especie de nematodo encontrado apoyándonos en guías de identificación ,libros del laboratorio de Fitopatología, UNAN-León

5.9 Variables a ser evaluadas.

Población de nematodos asociados al cultivo de café, por género encontrado en 200 g de suelo por tratamiento.

Población de nematodos asociados al cultivo de café, por género encontrado en 10 g de raíz por tratamiento.

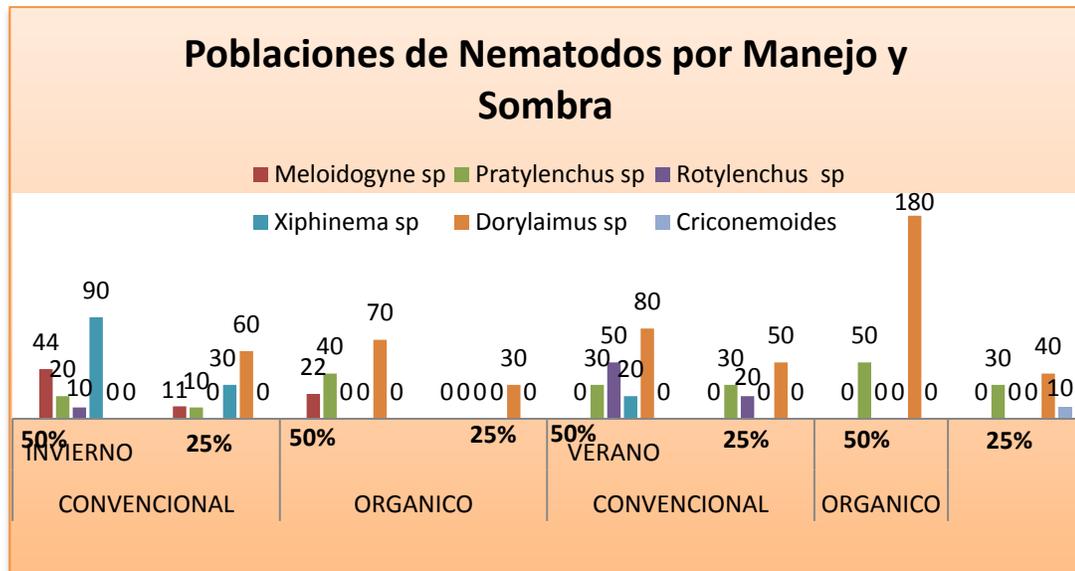
5.9.1 Operacionalización de las variables

Número de nematodos: Se cuantificó el número de nematodos asociados a los cultivo de café, con la ayuda del estereoscopio.

Identificación de Nematodos: Fueron identificados de acuerdo a sus características morfométricas.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Poblaciones de nematodos en 200 gramos de suelo, manejo convencional y orgánico con dos niveles de sombra en dos épocas del año (invierno y verano).



En el gráfico 1, Se observa las densidades poblacionales de nematodos asociados al cultivo del café bajo dos sistemas de manejo (convencional y orgánico), con un nivel de sombra del 50% y 25% en suelo, bajo dos estaciones climáticas invierno y verano.

Los muestreos nematológicos realizados en el municipio de El Cuá Jinotega indican que la mayor población de nematodos la ocupa el género de vida libre con 180 en manejo orgánico 50% de sombra y 10 individuos en orgánico al 25% de sombra, en el manejo convencional 50% también es más alto con 80 y en el convencional 25% con 50 individuos, estos datos en la etapa de verano. En invierno su población disminuye con 70 en orgánico

50% y 30 en orgánico 25%, en tanto en manejo convencional solo está presente en el manejo 25% con 60 individuos, este comportamiento indica que las condiciones optimas para su desarrollo es en invierno y con niveles de sombra del 50%.

Las poblaciones del género *Pratylenchus sp.*, también presentan niveles altos de individuos con 50 en orgánico 50% y 30 en orgánico 25% , en convencional 50% de sombra 30 y en 25% con 30, todo esto en etapa de invierno, en verano el comportamiento es diferente con 40 en orgánico 50% y en 25% no se encontró población , en tanto en convencional 50% se encontraron 20 y en convencional 25% 10, según el comportamiento de su población podemos afirmar que sus niveles más altos de población se da con niveles de sombras del 50% ya sea convencional u orgánico a inicios de verano. En el suelo estos nematodos son susceptibles a deshidratación, por lo que bajo condiciones de sequía estos nematodos entran en latencia hasta que las condiciones de humedad mejoran.

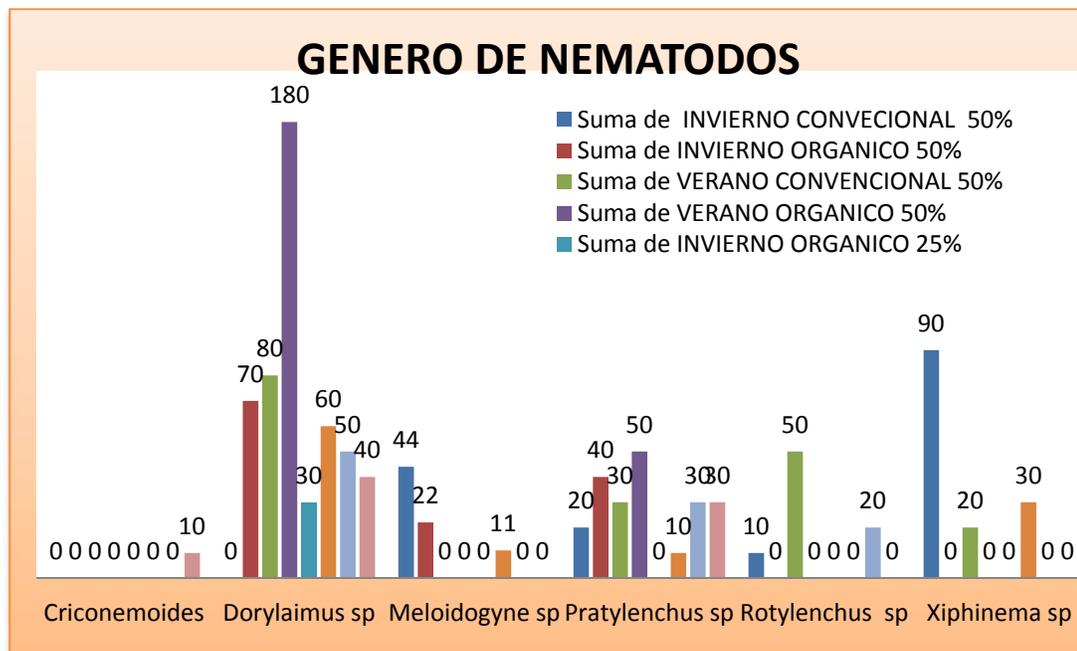
En tercer lugar se ubica el género *Meloidogyne sp.*, con 44 en convencional al 50% de sombra y 11 en convencional 25%, estas poblaciones en etapa de invierno, en verano no se encontraron individuos, esto indica que se desarrollan mejor en invierno Las hembras, huevos y juveniles pueden sobrevivir en las raíces de plantas hospederas; los huevos y juveniles son liberados en el suelo una vez que los rastrojos de plantas en los que están contenidos se desintegran. Una vez que la temperatura y la humedad del suelo son apropiadas los huevos eclosionan y juveniles emergen y penetran las raíces.

El género *Rotylenchus sp.*, presenta 50 individuos en convencional 50% de sombra y 20 en convencional 25% esto en la etapa de verano, en invierno lo encontramos solo en manejo convencional con 50% de sombra con 10, esto indica que su población es mayor a inicio de verano y con porcentaje de sombra alto.

En último lugar se encuentra el género *Criconemoides sp.*, el cual está presente solo en el manejo orgánico 25% con 10 individuos en la etapa de verano.

En casi todas las poblaciones antes descritas el comportamiento fue el mismo las mayores poblaciones se encontraron a niveles de sombra del 50%, esto hace evidente que el manejo no tiene ninguna interferencia en las poblaciones, lo que realmente limita las poblaciones son las condiciones de humedad que es mayor a niveles de sombra mayores, es por ello que algunas poblaciones eran mayores en invierno y otras lo contrario en verano.

6.2. Géneros de nematodos encontrados en 200 gramos de suelo.



En la gráfica 2, Se puede observar que 6 géneros de nematodos fueron encontrados asociados a suelo en el cultivo de café en las fincas muestreadas en el municipio El Cuá, departamento Jinotega, los géneros que presentaron las poblacionales más altas en 200 g de suelo fueron vida libre (510 individuos), *Pratylenchus sp* (210), *Xiphinema* (140), *Rotylenchus* (80).

En general las poblaciones de nematodos de vida libre y nematodos fitoparásitos mostraron poblaciones similares, esto nos indica que podría existir una relación entre los nematodos de vida libre y los fitoparásitos. Las poblaciones de nematodos de vida libre fue mayor en los sistemas Orgánico y convencional con 50% de sombra predominando en la época de verano.

Esto explica el efecto del porcentaje de sombra, sobre las poblaciones favoreciendo el aumento de la humedad en el suelo siendo esto una condición favorable para su desarrollo.

Según Fischers worring (2001), los árboles que brindan sombra al cafetal provee de una gran cantidad de materia orgánica a través de la hojarasca y residuo de poda, al momento de la descomposición, esta liberan una serie de compuestos para la planta.

Sistemas agrícolas con altas poblaciones de nematodos de vida libre sugieren una mejor interacción del suelo la planta y el clima, con la acción de manejo que el ser humano puede introducir sobre ellos (Bertsech 1998).

Los nematodos de vida libre son muy importantes a nivel de ecosistema funcionales porque regulan la descomposición mineralización de nutrientes a la vez son depredadores de organismos dañinos: como hongos, bacterias nematodos fitoparásitos (Poca sangre 2005).

El género *Pratylenchus* está distribuido en 3 de los 4 tratamientos estudiados, el tratamiento con la población más alta fue el orgánico al 50% de sombra en época de verano y donde no se encontró fue en manejo convencional al 25% de sombra en época de invierno. Según Rojas (1983), Araya,Vargas (1990), Araya (1994) el hecho de que las densidades poblacionales de *Pratylenchus* son mayores que las de *Meloidogyne* se debe a la alternancia en la predominancia entre los dos géneros, de tal manera que una mayor presencia de *Pratylenchus* indica bajas densidades de

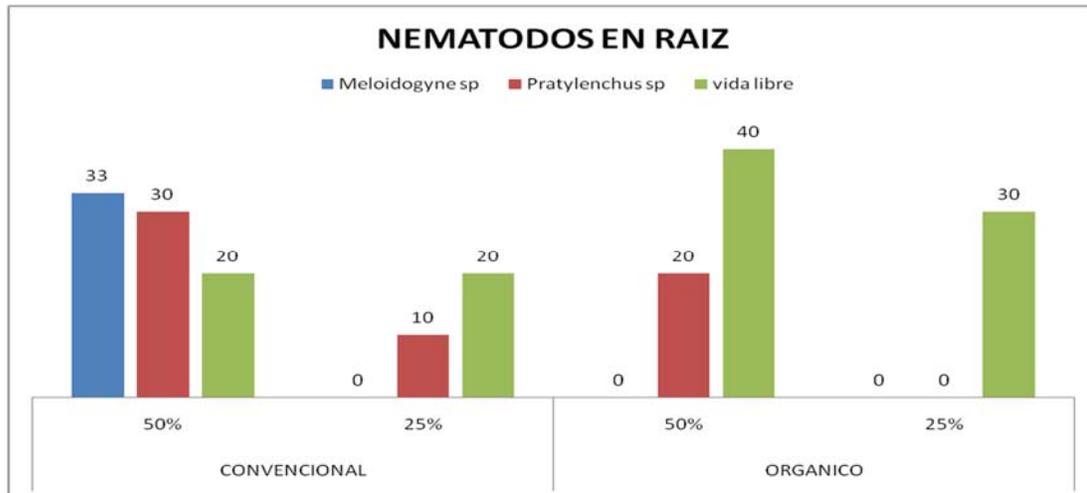
Meloidogyne, .estos autores lo explican por el hecho de que ambos son endoparásitos uno sedentario y el otro migratorio y compiten por sitios de alimentación, al final uno de estos géneros sale perjudicado.

Carcache (2002), observó que en plantaciones orgánicas y convencionales, tanto en muestras de suelo como raíz, *Pratylenchus* fue el segundo género de importancia, registrando poblaciones de (2,053.6 individuos/ 5 g de raíz) en plantación convencional; (1,306.4 individuos/5gr de raíz) en plantación orgánica; (344.4 individuos/100gr de suelo) en plantación orgánica y (333.4 individuos/100gr de suelo) en plantación convencional.

En tercer lugar se encuentra el género *Xiphinema* este género ha venido siendo asociada en los diferentes sistemas de manejo de café, presentó mayores poblaciones en el manejo convencional al 50% de sombra en la época de invierno con 90 individuos, el género *Rotylenchus* registró la mayor población en el tratamiento orgánico con 25% de sombra en la época de invierno Las poblaciones de *Rotylenchulus* spp se encontraron bajas, en comparación con las poblaciones de *Pratylenchus*. Sin embargo no se pueden subestimar (Araya, 1994), explica que en condiciones tropicales, las poblaciones de nematodos resultan ser altas y más severas por la ausencia de cambios climáticos, que motiven la reducción de sus poblaciones.

Según Urbina y Matuz (2008), la presencia de este género en los cafetales de Nicaragua, requiere de mayor atención y estudios que permitan evidenciar la interacción de *Rotylenchulus reniformis* y el cultivo del café, determinando a través de dichos estudios si este género reduce la producción, causando pérdidas económicas en el cultivo.

6.3. Poblaciones de nematodos encontrados en 10 gramos de raíz, en dos sistemas de manejo (convencional y orgánico) en época de invierno.



En el gráfico 3, Se observan los dos géneros de importancia económica asociados al cultivo del café bajo dos sistemas de manejo (convencional y orgánico), con un nivel de sombra del 50% y 25% en raíz en época de invierno.

Los muestreos nematológicos realizados en el municipio de El Cuá, departamento de Jinotega indican que los mayores niveles de incidencia de nematodos fueron encontrado bajo el manejo convencional con un 50% de sombra, en el cual 33 individuos son del genero *Meloidogyne sp.*, los cuales penetran al sistema radical y se alimentan de células altamente modificadas, perdiendo la capacidad de moverse y manteniendo un sitio activo de alimentación; 30 del genero *Pratylenchus sp* penetrando también al sistema radicular y alimentándose de las células a medida que migran y 20 de vida libre.

En segundo lugar tenemos las afectaciones bajo el manejo orgánico al 50% de sombra, donde encontramos un total de 20 individuos del genero *Pratylenchus sp* y 40 individuos de vida libre.

En tercer lugar se ubica el manejo convencional con un 25% de sombra donde encontramos un total de 10 individuos *Meloidogyne sp* y 20 individuos de vida libre.

Y por último tenemos el manejo orgánico con un 25% de sombra, donde se encontraron 30 individuos de vida libre.

VII. CONCLUSIONES

Los nematodos más comunes encontrados en 200 gramos de suelo fueron: vida libre 510 nematodos, *Pratylenchus sp.* 210 nematodos, *Xiphinema sp.* 140 nematodos, nematodos, *Meloidogyne sp.* 77 nematodos, *Criconeмоide sp.* 10 nematodos.

Los nematodos más comunes encontrados en 10 gramos de raíz fueron: vida libre con 110 nematodos, *Pratylenchus sp.* 60 nematodos y *Meloidogyne sp.* con 33 nematodos.

Los nematodos de vida libre presentaron mayores poblaciones comparados con los demás géneros.

Las poblaciones de *Pratylenchus sp.* se encontraron distribuidas en 3 de los 4 tratamientos estudiados, el tratamiento con la población más alta fue el orgánico al 50% de sombra en época de verano.

El género *Xiphinema* presentó mayores poblaciones en el manejo convencional al 50% de sombra en la época de invierno con 90 individuos.

El Manejo convencional al 50% de sombra presentó las mayores poblaciones de nematodos tanto en invierno como verano.

Las mayores poblaciones en raíz se encontraron a niveles de sombra del 50%, esto hace evidente que el manejo agronómico no tiene ninguna interferencia en las poblaciones, lo que realmente limita las poblaciones son las condiciones de humedad es por ello que en el segundo muestreo realizado en época de verano no se encontró incidencia.

VIII. RECOMENDACIONES

Validar las diferentes alternativas agroecológicas del manejo de nematodos en café tales como *Paecilomyces lilacinus*, *Trichoderma harzianum*, entre otros

Realizar más investigaciones sobre fitonemátodos y nematodos de vida libre en los diferentes municipios del departamento de Jinotega, con mayor tamaño de muestra y mayor número de muestreos.

Estudiar el efecto de especies de sombra, sobre el comportamiento de las Poblaciones de nematodos fitoparásitos y vida libre.

A los productores de café sugerimos realicen muestreos nematológicos antes de establecer el cultivo y repetirlos consecutivamente con el cultivo establecido, usar de variedades resistentes y tolerantes, regulación de sombra, adición de enmiendas orgánicas tales como pulpa de café, gallinaza y en el caso de producción convencional utilizar los productos en las dosis recomendadas para evitar la resistencia de las plagas.

IX.BIBLIOGRAFÍA

ANACAFE.1991.Manual de caficultura .Asociación Nacional del Café. Subgerencia de asuntos agrícolas. Guatemala 169 p .

Araya, M.2002.metodología utilizada en el laboratorio de nematología de Corbana S.A para la extracción de nematodos de las raíces de banano (Musa AAA) y platano (musa AAB).Corbana 28 (55).p 97-110.

Bendaña, R.2012.Cafe de Nicaragua: Un cultivo sostenible. (En línea).Consultado el 20 de julio. Disponible en [Http://www.elobservadoreconomico.com/archivo-anterior/116/café.htm](http://www.elobservadoreconomico.com/archivo-anterior/116/café.htm).

Boyce, J; Fernandez,G;Furst,E;Segura,B.1994. Potencial de reproducción de *Meloidogyne sp.* en cultivos hortícolas. Producción y protección vegetal. p 493-494.

Carballo, M; Guharay,F; Lopez,J.2004.Control biológico de Plagas Agrícolas .Managua .CATIE (Serie Técnica manual teórico #53)p 232.

CATIE 2002. Centro de Investigación y Enseñanza. Produciendo café con calidad Revista, 12.Pág.17.

CATIE ,2008.centro de investigación y enseñanza. Diagnostico del nivel de sombra adecuada en un cafetal. Cuaderno de campo .Pág. 19.

Castaño, J.s.f .Principios básicos de fitopatología .Honduras, Zamorano.p 287-299.

Clusa Nicaragua .2002.Produccion y manejo de Café orgánico certificado 39-45.

Escobar, M.2008. Poblaciones de nematodos fitoparásitos asociados a diferentes sistemas de manejo de café en el municipio de Masatepe, departamento de Masaya (ciclo2006-2007), Tesis Ing. Agr. Nicaragua, Universidad Nacional Agraria U.N.A, p.69.

Fernández, E; Acosta,O;Perez,J.1993.Manejo integrado de nematodos del Genero Meloidogyne en el cafeto .VIII fórum nacional de Ciencias y Técnicas ciudad de la Habana.

Garcia, J.2012.Densidad y diversidad de nematodos en sistemas agroforestales de café en asocio con bananos y sombra de leguminosas en Jinotega, Nicaragua, Tesis Magister Scientiae en Agricultura Ecológica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza .CATIE P.76.

Guharay, F. Monterroso y Staver, C.2000. Manejo Integrado de plagas en el cultivo de café .Manual técnico N° 44, CATIE, Managua, Nicaragua y Turrialba, Costa Rica, p.267.

Hernández ,1990.Características de la diversidad de los nematodos agalladores (Meloidogyne sp.)Asociados al cultivo de café. Centro America La libertad, El Salvador 16 p.

Herrera, I.1995.Efecto del uso de coberturas vivas de leguminosas en el control de nematodos Fitoparásitos del café en la IV región de Nicaragua CATIE .Turrialba 69 p.

Herrera I; Monzón, A .2002 .Hoja Técnica del nematodo. Folleto sin publica UNA. Managua, Nicaragua.

INIFOM. Instituto Nicaragüense de Fomento Municipal (s.f).Ficha municipal de El Cuá (en línea) consultado en agos 2012.Disponible en: [http://www.inifom.gob.ni/municipios/documentos/Jinotega,El Cuá](http://www.inifom.gob.ni/municipios/documentos/Jinotega,El_Cuá).

Lambertí, F. 1999. Economic Importance of Meloidogyne spp. In :subtropical and Mediterranean climates .Lambertí ,F.and Taylor .C.E(eds) Root Knot nematodes (Meloidogyne Species):Biology and control ,pp.341-357.Academic press , London.

MIFIC (Ministerio de Fomento, Industria y Comercio); 2005.Dirección de Políticas comerciales externas (DPCE) Departamento de análisis Económico. El Café en Nicaragua 2005 .Managua, Nicaragua.

Monteiro,A.Lordello ,L.1974.Encontro de Nematode Pratylenchus coffae atacando cafeiro em Sao Paulo.Revista de agricultura(Piracicata Bra) p 164.

Rosado, J. 1995.Importancia de los nematodos, su muestreo: en el café de Nicaragua, N°4, Boletín trimestral. Vice gerencia de investigación y extensión cafetalera.UNICAFE.P:17-18.

Rosado, Arrollo. 2005. Efecto de prácticas agrícolas sustentables en el Manejo de Nematodos Fitoparásitos en calabaza (Cucúrbita Moschata Dutch).Tesis de Maestría, Universidad de Puerto Rico. Mayaguez, Puerto Rico.

Salazar, W. 2009. Manejo agroecológico de nematodos fitopatógenos Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua .UNAN-León Pág. 68.

Samayoa, J. 1999.Desarrollo de enfermedades en café orgánico y convencional en Paraíso Costa Rica. Tesis Mag .Sc. Turrialba, Costa Rica, Catie.pag 29

Sasser, J. N, 1979.Economic importance of Meloidogyne in Countries. In Lambertí F .and C.E Taylor(eds):Root-knot nemátodos. London Academic press, p360-374.

Sequeira, F. 1977. Muestreo de nematodos fitoparásitos en dos zonas cafetaleras de Nicaragua. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Managua, Nicaragua, Folleto, 13 p.

Simans, J y Clemens. 1993. Tecnología y desarrollo del sector cafetalero en Nicaragua. En simposio latinoamericano. Modernización tecnológica, cambio social cafetalero, Costa Rica, 13 al 16 de julio. Proyecto CATIE.

Shurtleff, M. y Averre, C. 2000. Diagnosing Plant Diseases Caused by Nematodes. 1ed. The American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota, USA. P 187.

Taylor, A. Sasser, J. 1983. Biología, identificación y control de los nematodos de nódulos de la raíz. Proyecto Internacional de Meloidogyne. Publicación Cooperativa entre el departamento de Fitopatología de la Universidad de Carolina del Norte y la Agencia de EEUU para el desarrollo Internacional Carolina del Norte.

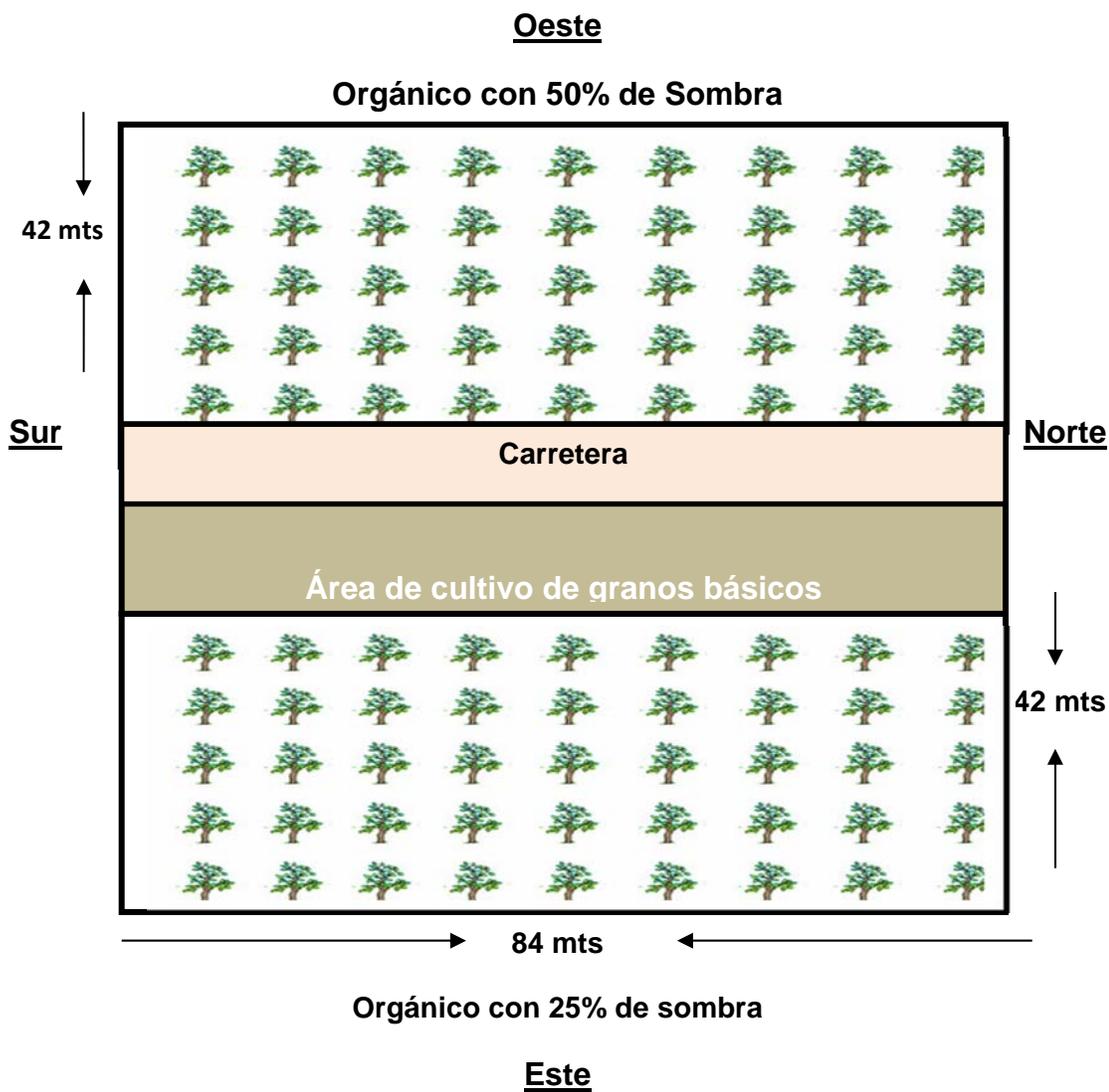
Urbina, J., Matus, G. 2009. Evaluación del comportamiento poblacional de nematodos fitoparásitos asociados a diferentes sistemas de manejo de café en el municipio de Masatepe, departamento Masaya (ciclo 2007-2008), Tesis Ing. Agro. Nicaragua, Universidad Nacional Agraria, UNA. P.63.

Vanegas, C. 2006. Efecto de los sistemas agroforestales de café orgánico y convencional sobre las características de suelos en el corredor Biológico Turrialba-Jiménez, Costa Rica. P.6.

X. Anexos

Anexo 1 Plano de campo

Esquema Gráfico Finca el Zapotillo

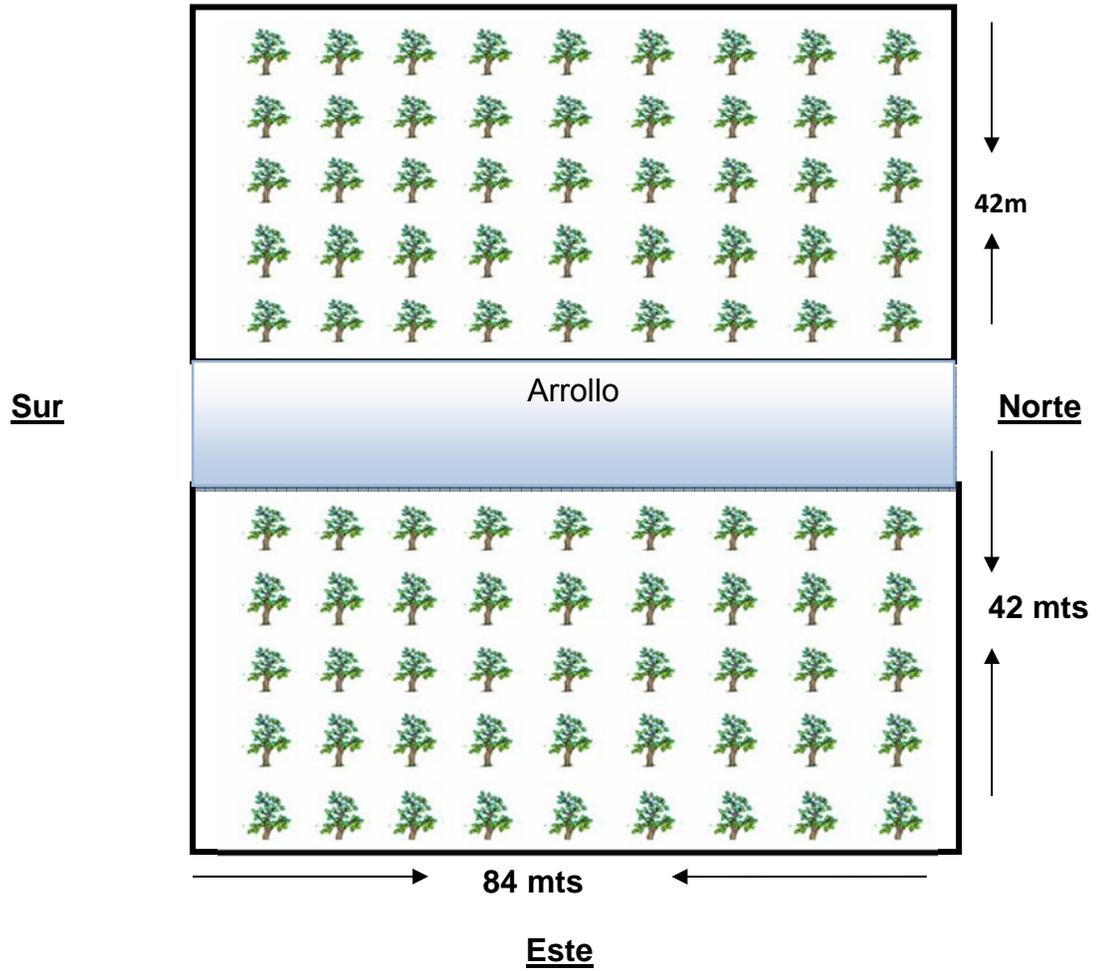


El área experimental de ambas fincas es de $\frac{1}{2}$ Mz con 26 surcos, 67 plantas por surco y una densidad de 1742 plantas, asociado con musáceas a una distancia de siembra de 7x7 varas y con árboles de guaba (*ingas*) distribuidas de manera aleatoria.

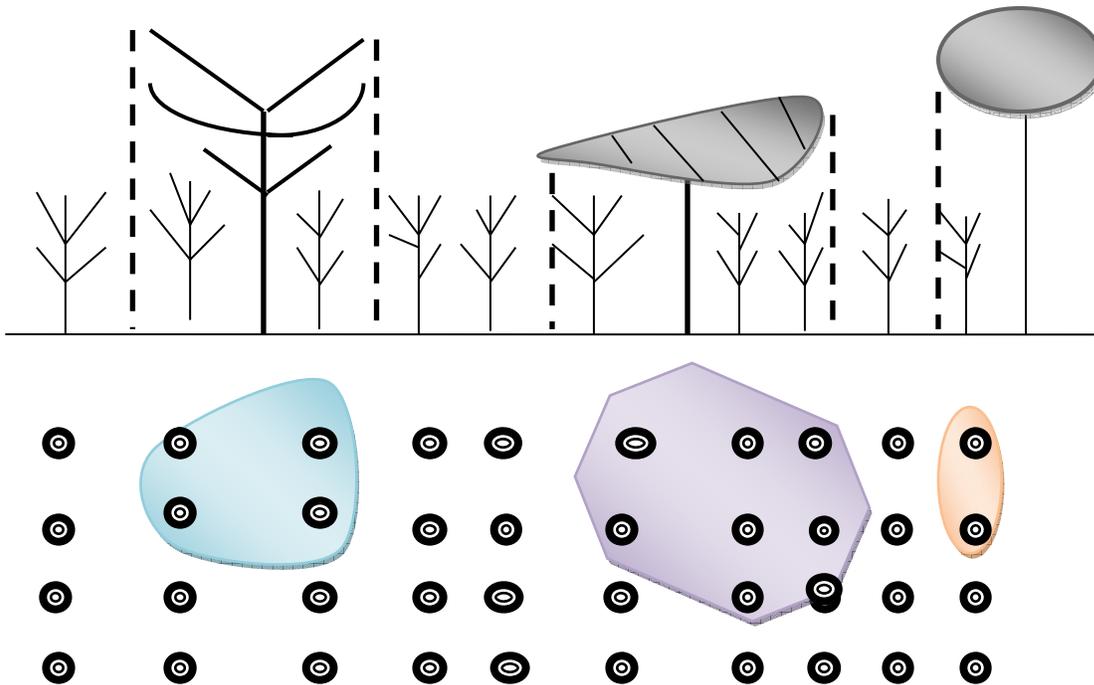
Esquema Gráfico Finca las Pilitas

Oeste

Convencional con 50% de sombra.



Anexo 2 Diagnostico de Sombra



1. En cada sitio, definimos un área de 10 surcos por 10 plantas en cada surco
2. En una hoja marcamos 100 puntos negros, que representan los cafetos.
3. Caminamos por cada surco y nos detenemos donde está el primer árbol de sombra.
4. Dibujamos el contorno de la sombra al medio día, proyectada por la copa del árbol.
5. La suma de todos los cafetos que están debajo de algún tipo de sombra nos da el porcentaje de cobertura de sombra.

Anexo 3. Número de sub muestra por área de muestreo recomendada por Shurtleff y Averre III (2000).

Área a Muestrear	Número de Muestra
500 m ²	8 – 10
500 m ² – 0.4 Ha	11 – 20
0.4 Ha – 4 Ha	20 – 25

Anexo 4. Análisis estadístico

TRATAMIENTO	Media	Desv. típ.	% de la suma total
Criconem	1.25	3.536	.0
vida libre	63.75	53.168	.5
Meloidog	9.63	16.035	.1
Pratylen	26.25	15.980	.2
Rotylenc	10.00	17.728	.1
Xiphinem	17.50	31.510	.1
Total	21.40	33.475	1.0

Anexo 5 Cronograma de Actividades Finca las Pilitas

Lote: Los Mangos # 2

Área: 2 mz

Sombra: 50%

Manejo: Convencional

Altura: 550 msnm

Estado: Productivo

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE MANEJO

Actividad		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E
Regulación de sombra 50%					x	x								
Deshoja				x		x	x			x				
Deshierba (control de malezas)				x			x			x	x			
Deshije							x							
Trampas para broca							x	x						
Fertilización							x				x			x
Control de plagas y enfermedades							x	x			x			
Obras de conservación de suelo y agua							x	x	x					
Análisis de suelo				x										
Cosecha											x	x	x	x

INSUMOS UTILIZADOS

Insumo	Dosis	Actividad	Época
Urea 46%	2 onza/planta	Fertilización	Enero
Glifosato y Gramoxone.	100cc/bomba	Control de maleza	Mayo, agosto y octubre.
Alto 10	20 cc/bomba	Control de enfermedades fungosas.	Febrero
Carbendazim	50 cc/bomba	Control de enfermedades fungosas.	Mayo y Junio
Amistar xtra	30 cc/bomba	Control de enfermedades fungosas.	Octubre
12-30-10	2 onza/planta	Fertilización	Mayo
18-6-12 (amarre de cosecha)	2 onza/planta	Fertilización	Junio y octubre

Anexo 6 Cronograma de Actividades Finca el Zapotillo

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES EN EL AÑO

Actividad	Veses por	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Levantamiento de registros administrativos		XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX
Deshierva	3			XXX			XXX			XXX			
Destalla y desoja	3			XXX			XXX			XXX			
Poda	1			XXX									
Desombra	1							XXX					
Recolección de Leña	1												
Trampas para broca	1			XXX									
Preparación de Fertilizantes orgánicos	2			XXX	XXX	XXX							
Elaboración de abonos orgánicos				XXX	XXX	XXX							
Control de Plagas y enfermedades							XXX	XXX					
Control Biológicos de plagas					XXX	XXX	XXX	XXX					
Deshija									XXX				
Establecimiento y mantenimiento de zonas de amortiguamiento							XXX	XXX	XXX				
Obras de conservación de suelos y agua							XXX	XXX	XXX				
Reforestación							XXX	XXX	XXX				
Manejo de desechos Orgánicos e inorgánicos (Basura)		XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX
Mantenimiento fosas de infiltración											XXX		
Manejo de desechos de cosecha		XXX	XXX								XXX	XXX	XXX
Mantenimiento de Pulperos											XXX		
Levantamiento de análisis de suelo y foliares			XXX	XXX	XXX								
Fertilización orgánica							XXX	XXX	XXX				
Elaboración de Caldos							XXX	XXX	XXX				
Aplicación de abonos compostados							XXX		XXX				
Aplicación de biofertilizantes							XXX	XXX	XXX	XXX			
aplicación de Caldos para control de enfermedades							XXX	XXX	XXX	XXX			

