



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL**

**TRABAJO DE DIPLOMA**

**Poblaciones de nematodos fitoparásitos asociados a diferentes sistemas de manejo de café en el municipio de Masatepe, departamento de Masaya (Ciclo 2006-2007).**

**AUTOR:**

**Br. MARÍA MERCEDES ESCOBAR MEDRANO**

**ASESOR:**

**M.Sc. ISABEL CRISTINA HERRERA SIRIAS**

**MANAGUA, NICARAGUA**

**Julio 2008**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL.**

**TRABAJO DE DIPLOMA.**

**Poblaciones de nematodos fitoparásitos asociados a diferentes sistemas de manejo de café en el municipio de Masatepe, departamento de Masaya (Ciclo 2006-2007).**

**AUTOR:**

**Br. MARÍA MERCEDES ESCOBAR MEDRANO**

**ASESOR:**

**MSc. ISABEL CRISTINA HERRERA SIRIAS**

**Presentado a la consideración del honorable tribunal examinador como requisito final para optar al grado de Ingeniero Agrónomo Generalista.**

**MANAGUA, NICARAGUA**  
**Julio, 2008**

## INDICE GENERAL

Contenido	Página
INDICE DE FIGURAS .....	i
INDICE DE ANEXOS .....	ii
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTOS .....	iv
Escobar, M. 2008. Poblaciones de nematodos fitoparásitos asociados a diferentes sistemas de manejo de café en el municipio de Masatepe, departamento de Masaya (Ciclo 2006-2007). .....	v
RESUMEN .....	v
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. OBJETIVOS .....	4
Objetivo general .....	4
Objetivo específicos.....	4
III. HIPÓTESIS .....	4
IV. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
4.1 Aspectos generales del cultivo del café.....	5
4.2. Sistemas de manejo de cafetales en Nicaragua.....	5
4.2.1. Sistema tradicional .....	5
4.2.2. Sistema tecnificado.....	6
4.2.3. Sistema de producción orgánica .....	7
4.3. La sostenibilidad de sistemas agroforestales con café .....	7
4.4 Microclima como regulador del comportamiento de enfermedades en cafetales de sombra .....	8
4.5. Nematodos Fitoparásitos.....	9
<b>4.6. Factores que afectan la actividad de los nemátodos fitoparásitos .....</b>	<b>9</b>
4.7. Nemátodos fitoparásitos asociados al cultivo del café .....	10
4.7.1. <i>Meloidogyne</i> spp.....	10
4.7.2. <i>Pratylenchus</i> spp.....	11
4.7.3. <i>Rotylenchulus</i> spp.....	12
<b>4.7.4. Control de nematodos fitoparásitos.....</b>	<b>12</b>
4.7.5. Control biológico de nematodos fitoparásitos .....	13
4.7.6. Enmiendas orgánicas .....	14

4.7.6.1 Pulpa de café .....	15
4.7.6.2 Gallinaza .....	15
V. MATERIALES Y MÉTODOS .....	16
5.1. Localización del experimento .....	16
5.3. Descripción del área experimental .....	16
5.3.1. Níspero y Mamón (Jardín Botánico) .....	16
5.3.2. Campos Azules (CECA) .....	16
5.3.3 Tratamientos evaluados .....	17
5.4. Obtención de muestras .....	17
5.5. Variables evaluadas .....	18
5.6. Análisis estadísticos .....	18
5.7. Manejo de los sistemas .....	18
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	19
6.1. <i>Meloidogyne spp</i> en suelo .....	19
6.2. <i>Meloidogyne spp</i> en raíz .....	20
6.3. <i>Rotylenchulus spp</i> en suelo .....	23
6.4. <i>Rotylenchulus spp</i> en raíz .....	24
6. 5. <i>Pratylenchus spp</i> .....	26
6.6. Nematodos de Vida libre .....	29
6.7. Total de nematodos en las réplicas .....	31
VII CONCLUSIONES .....	32
VIII RECOMENDACIONES .....	34
IX REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	35
X ANEXOS .....	50

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Descripción</b>	<b>Página</b>
Figura 1.	Población de <i>Meloidogyne</i> spp en suelo; en las réplicas <b>(a)</b> el Níspero, <b>(b)</b> el Mamón, y <b>(c)</b> Campos Azules en los diferentes tratamientos. Masatepe, Masaya, 2006-2007 .....	20
Figura 2.	Población de <i>Meloidogyne</i> spp en raíz, en las replicas: <b>(a)</b> el Níspero, <b>(b)</b> el Mamón y <b>(c)</b> Campo Azules en los diferentes tratamientos. Masatepe, Masaya, 2006-2007 .....	22
Figura 3.	Población de <i>Rotylenchulus</i> spp en suelo, en las replicas: <b>(a)</b> el Níspero, <b>(b)</b> el Mamón y <b>(c)</b> Campo Azules en los diferentes tratamientos. Masatepe, Masaya, 2006-2007 .....	24
Figura 4.	Población de <i>Rotylenchulus</i> spp en raíz, en las replicas: <b>(a)</b> el Níspero, <b>(b)</b> el Mamón y <b>(c)</b> Campo Azules en los diferentes tratamientos. Masatepe, Masaya, 2006-2007.....	25
Figura 5.	Población de <i>Pratylenchus</i> spp, en las replicas: <b>(a)</b> el Níspero, <b>(b)</b> el Mamón y <b>(c)</b> Campo Azules en los diferentes tratamiento. Masatepe, Masaya, 2006-2007 .....	28
Figura 6.	Población de Nematodos de vida libre, en las replicas: <b>(a)</b> el Níspero, <b>(b)</b> el Mamón y <b>(c)</b> Campo Azules en los diferentes tratamientos. Masatepe, Masaya, 2006-2007.....	30
Figura 7.	Población total de nematodos en las replicas: <b>(a)</b> el Níspero, <b>(b)</b> el Mamón y <b>(c)</b> Campo Azules ubicada en el centro experimental Campos Azules. Masatepe, Masaya, 2006-2007 .....	32

## INDICE DE ANEXOS

Anexo	Descripción	Página
<b>Casos</b>		
Anexo 1.-	Esquema gráfico de la Replica: I (NÍSPERO) Jardín Botánico .....	50
Anexo 10.	Análisis de varianza para poblaciones de <i>Rotylenchulus</i> spp en raíz de la replica el Mamón, Primer muestreo.....	59
Anexo 2.-	Esquema gráfico de la Replica II: (Mamón) Jardín Botánico .....	51
Anexo 3.-	Esquema gráfico de la Replica: III establecida en Campos Azules (CECA).....	52
Anexo 4.	Esquema de muestreo .....	53
Anexo 5.	Comportamiento de la precipitación, temperatura y humedad relativa durante el periodo de estudio. Masatepe, Masaya .....	54
Anexo 6.	Aspectos técnicos, en el manejo del experimento de sistemas Agroforestales con café .....	55
Anexo 7.	Análisis de varianza para poblaciones de <i>Meloidogyne</i> spp en suelo de la réplica Campos azules, primer muestreo .....	57
Anexo 8.	Análisis de varianza para poblaciones de <i>Rotylenchulus</i> spp en suelo de la replica el Níspero, Primer muestreo .....	58
Anexo 9.	Análisis de varianza para poblaciones de <i>Rotylenchulus</i> spp en raíz de la replica el Níspero, Primer muestreo. ....	58
10.	Análisis de varianza para poblaciones de <i>Rotylenchulus</i> spp en raíz de la replica el Mamón, Primer muestreo.....	63

## DEDICATORIA

A Dios nuestro padre todo poderoso, por darme fuerza en todos los momentos de mi vida.

A la virgen santísima.

A mis padres, Margarita Medrano Toruño y Julio Alberto Escobar Ibarra por su apoyo incondicional, por brindarme su ayuda en todos los momentos de mi vida

A mis hijas Karla Marcela y Andrea Cristina por ser la inspiración de mi vida

A mi compañero de vida Carlos Augusto Gutiérrez Herrera.

A Nubia Gómez (q.e.p.d).

A mi suegra Cándida Sevilla.

A mis compañeros, Karla María , Rebeca Auxiliadora, Nelson Ervin, Norvin Lex.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a nuestro señor por brindarme la sabiduría y el entusiasmo para culminar mi carrera universitaria.

A mis padres por todo su esmero y sacrificio.

A mi compañero de vida.

A todas las personas que hicieron posible este trabajo en especial a la Ingeniera M.Sc. Isabel Herrera Sirias, por su gran disposición y acertada guía en la dirección de este trabajo.

A Karla María Loáisiga Morán, Jarvin Lenin Pichardo Medrano, Elvin Navarrete y Lediz Navarrete por su valiosa ayuda en la obtención y procesamiento de muestras.

**Escobar, M. 2008.** Poblaciones de nematodos fitoparásitos asociados a diferentes sistemas de manejo de café en el municipio de Masatepe, departamento de Masaya (Ciclo 2006-2007).

**Palabras claves:** Árboles de sombra, *Meloidogyne* spp, *Rotylenchulus*, *Pratylenchus*, Manejo convencional intensivo, Manejo Orgánico extensivo

## RESUMEN

se realizó un estudio en café agroforestal de Mayo 2006 a Enero 2007 de café agroforestal, en el Ensayo de sistemas establecido en el “Jardín Botánico” UNICAFE y en “Campos azules” INTA en Masatepe, Masaya, con el objetivo de evaluar el comportamiento poblacional de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo del café bajo diferentes sistemas de manejo. Los tratamientos consistieron en la combinación de dos niveles de insumo (convencional intensivo y orgánico extensivo) con dos tipos de especies de sombra (leguminosas y no leguminosas) y a pleno sol (CIM, CIL, OEM, OEL, CIPS). Se realizaron 2 muestreos, que consistieron en la toma de muestras de suelo y raíces. Las muestras de suelo fueron analizadas con el método de tamiz + filtro de algodón y las de raíces con el método de macerado por licuadora + filtro de algodón. Se evaluaron las variables, población de nematodos fitoparásitos por género encontrados en 200 g de suelo y 25 g de raíz por tratamiento. Los géneros de nematodos fitoparásitos encontrados en suelo y raíces fueron: *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Rotylenchulus*, *Xiphinema*, *Criconemoides* y nematodos de vida libre. El género más abundante en raíces y suelo fue *Meloidogyne*, los géneros con menor abundancia: *Xiphinema* y *Criconemoides*. En muestras de suelo *Meloidogyne* mostró poblaciones altas en los tratamientos CIL y PS, de la réplica el Nispero, bajas poblaciones se identificaron en el tratamiento PS de la réplica Campos Azules. En muestras de suelo *Rotylenchulus* presentó altas poblaciones en el tratamiento CIM de la réplica el Nispero y el Mamón, en el segundo muestreo, bajas poblaciones se identificaron en los tratamientos CIL, de la réplica el Nispero en ambos muestreos y en el tratamiento PS de la réplica Campos Azules en el segundo muestreo; en muestras de raíz las poblaciones más altas se encontraron en el tratamiento OEM y CIL en la réplica el Nispero en el primer muestreo, bajas poblaciones se registraron en el OEL y OEM en la réplica el Nispero en el primer muestreo y en CIM en la réplica Campos azules en el primer muestreo, *Pratylenchus* presentó altas poblaciones en el tratamiento PS de la réplica el Mamón y en OEM de la réplica el Nispero en el primer muestreo. Los tratamientos PS y OEL de la réplica el Mamón en el segundo muestreo mostraron mayor diversidad de nematodos de vida libre. El tratamiento CIM de la réplica Campos azules en el segundo muestreo presentó menor diversidad de nematodos de vida libre.

## I. INTRODUCCIÓN

En Nicaragua el pilar de la economía es la actividad cafetalera. El 95% del café producido en nuestro país es cultivado en sombra, lo que garantiza una calidad suprema. El 100% del café Nicaragüense pertenece a la especie *coffea arábica* se cultivan las variedades tradicionales, Típica, Paca, Borbón, Maragogype, entre otras (CATIE 2002).

En las últimas décadas la caficultura en América Central ha experimentado una diversificación, en los sistemas de producción tanto orgánica como convencional (CENICAFE 2005a). La caficultura Nicaragüense ha experimentado varios tipos de sistemas de producción, los que se han caracterizado por los diversos estilos de manejo: manejo tecnificado y tradicional, lo que sirve para ilustrar las diferencias que hay entre fincas con un manejo intensivo y las que reciben un manejo tradicional (Galloway y Beer 1997). Los rendimientos y costos de producción varían en dependencia del tipo de tecnología para producir (IICA 2003).

La producción de café está limitada por plagas y enfermedades tales como: Minador de la hoja del cafeto (*Leucoptera coffeella Guerin-Meneville*), Broca del café (*Hypothenemus hampei ferrari*), Roya (*Hemileia Vastatrix Berk & Broome*), Mancha de hierro (*Cercospora coffeicola Berk & Che*), Antracnosis (*Colletotrichum spp. Noack cop*), Nematodos: (*Meloidogyne spp, Pratylenchus spp, Rotylenchulus spp, Helicotylenchus spp*). Estos últimos constituyen una plaga de mucha importancia para el cultivo del café, ya que afectan principalmente el sistema radicular (Herrera *et al.* 2002).

Los nematodos fitoparásitos constituyen un factor limitante para la producción de café en muchas zonas productoras del mundo, se les responsabiliza de pérdidas considerable en los rendimientos (Rosales 1995). Los géneros que afectan al cultivo de café en Centro Americana, son dos; *Meloidogyne*, nematodo agallador, y *Pratylenchus*, nematodo lesionador de la raíz. (Campos *et al.* 1990; Villain *et al.* 1999).

Sequeira (1977) reportó para el Pacífico de Nicaragua una amplia gama de géneros de nematodos asociados al cultivo del café, siendo el género *Meloidogyne* el más abundante y de mayor distribución, otros géneros de importancia económica son: *Pratylenchus*, *Rotylenchulus reniformes* y *Helicotylenchus* (Herrera 1995).

El daño causado por los nematodos a las raíces afecta las funciones de nutrición mineral y de absorción del agua. Estas alteraciones fisiológicas conducen a un lento crecimiento y una clorosis de las hojas que pueden evolucionar en un rápido paloteo y agotamiento de la planta, causando grandes pérdidas en la producción (Anzueto *et al.* 2000).

El manejo y control de los nematodos se ha fundamentado básicamente en el control químico, utilizando nematicidas (Acosta1990). No obstante estos productos son costosos, afectan el medio ambiente y la salud humana (Gonzales 1993).

La intensificación del cultivo desde principios de la década de los 70, ha tenido consecuencias significativas por los ataques de nemátodos, un cambio principal ha sido la reducción o eliminación de sombra en los cafetales, lo cual ha inducido mayor producción, pero a la vez ha hecho este cultivo más susceptible al ataque de nematodos (Cannel 1985; Beer *et al.* 1998).

La eliminación de la sombra generó impactos negativos, entre los cuales se pueden mencionar una mayor erosión del suelo, por la pérdida de árboles que brindan sombra a los cafetales y a la hojarasca proveniente de estos. (Uribe 1971; Gómez 1992), un menor aporte de nutrientes al café por la falta de descomposición de esta misma hojarasca (Heuvelop *et al.* 1985; Gómez 1992; Montenegro 2005).

Los efectos múltiples y favorables de la sombra tienen repercusión sobre la tolerancia global de los cafetos a las diferentes formas de estrés que sean de origen abióticos, como los causados por fenómenos naturales (huracanes, sequias etc.); ó bióticos como el ataque de nematodos. La abundancia de mantillo (mulch) suele tener un efecto depresivo sobre ciertas poblaciones de nematodos, al fomentar el desarrollo de micro fauna y micro flora antagónico entre ellos organismos depredadores de nematodos (Stirling 1991).

Araya (1994) señaló que, en sistemas agroforestales de café, los niveles altos de materia orgánica en el suelo, permiten mantener poblaciones de nematodos (*Meloidogyne* spp y *Pratylenchus* spp) por debajo de los niveles críticos, de igual manera la reducción de estrés ambiental que provee la sombra, incrementa la tolerancia de las plantas de café a la infestación de estos nemátodos.

El café de Nicaragua es cultivado bajo sombra y a pleno sol, con manejo tecnificado y tradicional (Siman y Clemens 1993). Desde el punto de vista, ambiental el café representa uno de los más principales cultivos del país por la participación 172 000 manzanas (96%) casi en su totalidad bajo sombra (CATIE

2002). Y hasta el momento son pocos los estudios que indiquen la presencia de poblaciones de nematodos fitoparásitos en estos sistemas. Por lo que se hace necesario realizar un estudio que identifique los géneros nematodos fitoparásitos asociado a cada sistema de producción.

Este trabajo está dirigido a generar información sobre los géneros de nematodos, presentes en diferentes sistemas de producción (con diversas especies de árboles de sombra y diferentes niveles y tipos de insumos), 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 donde el medio ambiente y los recursos naturales sean la base de la actividad económica (Aguilar *et al.* 2002).

## **II. OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

- ❖ Generar información que sirva de base para el entendimiento de las interacciones entre niveles de insumo y condiciones de sombra y su efecto sobre las poblaciones de nematodos fitoparásitos en café.

### **Objetivo específicos**

- ❖ Evaluar poblaciones de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo del café bajo diferentes sistemas de manejo.
- ❖ Determinar los géneros de nematodos fitoparásitos en diferentes sistemas de manejo de café.

## **III. HIPÓTESIS**

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

## **IV. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **4.1 Aspectos generales del cultivo del café**

En Nicaragua el cultivo de café es cultivado tanto en zonas bajas como en zonas altas. Las zonas bajas se encuentran principalmente en la región del pacífico, con alturas por debajo de los 600msnm (200-600msnm), precipitaciones anuales entre 1400 y 1600 y temperatura promedio de 28°C con suelos profundos, moderadamente planos. Las zonas altas se localizan en las regiones norte y central del país, ubicadas entre 600 a 1,500 msnm, estas zonas normalmente tienen suelos de topografía quebrada, no muy profundos, temperaturas promedio entre 20 y 22°C (UNICAFE 1996; Guharay *et al.* 2000).

El cultivo de café es un sistema productivo que ha sido objeto de muchos estudios, y esta tendencia continúa en la búsqueda de mejores alternativas para una producción sostenible a largo plazo. El café bajo sombra es una práctica común principalmente en Centro América, Colombia y México (Carvajal 1985).

El café es uno de los cultivos ideales para la producción agroforestal, siendo una planta originaria de los ecosistemas forestales. Para un buen crecimiento, floración y fructificación se requiere de un microclima fresco con semi sombra y suficiente humedad propiciada por especies forestales (Fischersworing y Robkamp 2001).

Estos Agroecosistemas, en las últimas décadas, han perdido mucha de su diversidad biológica, como resultado de la implementación del uso de fertilizantes, control intensivo de malezas con herbicidas y eliminación de los árboles de sombra para elevar la productividad. No obstante, en los últimos años, los bajos precios del café, junto con los altos costos de producción del modelo y la demanda cada vez mayor de café orgánico, están revirtiendo esta situación (Muschler y Bonnemann 1997).

### **4.2. Sistemas de manejo de cafetales en Nicaragua**

#### **4.2.1. Sistema tradicional**

El sistema tradicional se caracteriza por la utilización de árboles de sombra dentro del cafetal. Esta asociación permanente de árboles de sombra con el café, proporciona un ambiente productivo que le permite al productor diversificar su producción (madera, leña y frutas para su auto consumo y venta), lo que le permite tener mayor estabilidad económica, sobre todo cuando los precios del café en el mercado internacional son bajos (Vaast *et al.* 1999).

Las características propias del sistema tradicional de inhibir el desarrollo de algunas malezas y albergar organismos parásitos y depredadores de las plagas del café, reduce el uso de sustancias curativas, Si es necesario se aplica, primeramente, remedios naturales como infusión de hojas de tabaco como insecticida. Como preventivo caldo bordelés o sulfato de cobre para controlar las enfermedades en última instancia se aplica fungicidas e insecticida sintéticos cuando las incidencias son muy altas, esta última aplicación generalmente es casi nula (Fernández y Muschler 1999).

Los árboles de sombra asociados con el café son un elemento a tomar en cuenta, en su estado natural el café crece bajo sombra. Sin embargo existe una controversia en cuanto a si la sombra beneficia o no al cultivo de café. Por ejemplo, la broca del cafeto (*Hypothenemus hampei Ferrari*), considerada la plaga de mayor importancia y la mayor amenaza económica para el cultivo, se ha reportado en cafetales con sombra densa, pero se ha sugerido que algunos tipos de sombra favorecen la persistencia de controladores biológico. *Beauveria bassiana* y *Cephalonomia stephanoderis* (Beer *et al.* 1998).

El ambiente sombrío y la diversidad de especies de árboles de sombra proveen un albergue para una gran diversidad de organismos que incluyen a las aves, hormigas, arañas, avispas escarabajos y otros. Muchos de estos organismos contribuyen a controlar plagas potenciales del café debido a su acción de depredación o parasitismo (Guharay *et al.* 2000; Soto-Pinto *et al.* 2001; Fernández y Muschler 1999).

#### **4.2.2. Sistema tecnificado**

El sistema tecnificado se caracteriza por ser un monocultivo con un manejo intensivo enfocado más en la alta productividad de los cafetos por área. Se hace uso de variedades de alto rendimiento, con distancia de siembra muy corta para elevar las densidades de siembra, y se reducen o eliminan totalmente los árboles de sombra con el objetivo de aumentar la luminosidad y por consiguiente el rendimiento del cafeto (Rice y Mc Lean 1996).

En un estudio enfocado en la interacción entre la sombra y diferentes niveles de fertilización, las parcelas a pleno sol tuvieron rendimientos de más de 50% que las parcelas bajo sombra (Aguilar *et al.* 2002). Sin embargo, se ha observado que la productividad y longevidad de la planta de café se ve reducida con el tiempo debido a la alta producción a la que es sometida la planta (Vaast *et al.* 1999).

En la condición de monocultivo, cualquier planta que no sea café es considerada indeseable por lo que se elimina, dejando el suelo a pleno exposición solar y sin ninguna protección. Las gotas de lluvia golpean directamente a la planta, lo que provoca daños físicos, y el suelo queda susceptible a la escorrentía de las lluvias y a la erosión consiguiente. A largo plazo, esta erosión desplaza los horizontes fértiles de los suelos (Bornemisza *et al.* 1999).

Es evidente que el uso de plaguicidas en estos sistemas tecnificados es necesario para mantener el sistema cafetalero saludable y con una alta productividad, pero este tipo de manejo puede ser peligroso debido a la exposición de los trabajadores del campo con la manipulación directa de los productos tóxicos. y por la contaminación ambiental ya que muchos de estos productos son residuales y pueden permanecer en el ambiente por muchos años (Rice y Mc Lean 1996).

#### **4.2.3. Sistema de producción orgánica**

Los sistemas de producción orgánica de café, se basan en la conservación y el mejoramiento de la fertilidad del suelo, el uso apropiado de la energía y el estímulo de la biodiversidad. Promueven el manejo integral de las plantaciones, mediante técnicas e insumos compatibles con el ambiente, se excluye el uso de agroquímicos sintéticos (López de León y Mendoza 1999).

Por lo tanto el café orgánico es producto de una forma de cultivo que recurre a diversas labores culturales para el manejo de malezas y plagas, sin utilizar insumos de naturaleza contaminante; el café orgánico no es simplemente un producto natural, o sea producto del abandono, en el cual no se recurre a tecnologías de cultivos e insumos especialmente producidos o proveídos; al contrario, se basa en un enfoque tecno-ecológico que se pueda llamar La ciencia de la Agricultura Orgánica (Boyce *et al.* 1994).

El sistema de producción orgánica, en el cultivo de café, es una alternativa, al sistema de producción convencional para la producción sostenible, incorpora mayor diversidad de componentes, para el manejo de enfermedades se han utilizado variedades resistentes, fertilización balanceada y sombra (Figuerola *et al.* 1998). La producción orgánica ha emergido como una opción importante no solo en el ámbito de la agricultura si no también como una alternativa a la crisis cafetalera. (Cussiani vich y Altamirano 2005).

#### **4.3. La sostenibilidad de sistemas agroforestales con café**

La sostenibilidad de la agricultura puede ser definida como la capacidad de un Agroecosistemas de mantener la calidad de los recursos naturales a mediano y largo plazo, conciliando la productividad agrícola con la reducción de los impactos al medio ambiente y atendiendo a las necesidades sociales y económicas de las comunidades rurales (Brow 1987).

La sostenibilidad es la capacidad de cosechar a perpetuidad cierta biomasa de un sistema, que tiene la condición de renovarse por sí mismo o que su renovación no está en riesgo. La agricultura sustentable proporciona rendimiento sostenido a largo plazo, haciendo uso al menos de los recursos dentro del agroecosistemas, reemplazando los insumos externos con un mejor ciclo de

nutrientes, con la finalidad de reducir costo y aumentar la eficiencia y la viabilidad económica de los productores (Gliessman 2002).

Desde el punto de vista económico, los Agroecosistemas sostenibles son aquellos que presentan una producción rentable a lo largo del tiempo, logrando el uso eficiente de los recursos naturales y económicos, sin desperdicio (Maserá *et al.* 1999; Ribgy *et al.* 2001). La diversificación de cafetales además de aportar en la conservación de las características físicas, químicas y biológicas del suelo también contribuyen para el incremento en la calidad del café (componentes aromáticos) y en la protección y conservación de la biodiversidad estos contribuyen al manejo de plagas y enfermedades (Saito 2004; Sosa *et al.* 2004).

Altieri y Nicholls (2002), en un estudio de caso realizado en Costa Rica, encontraron que el cafetal orgánico con sombra tiene mejores indicadores de calidad de suelo y salud del cultivo, sobre pasando los valores establecidos por la agricultura Orgánica, (valor de 5) en este estudio se encontraron valores 9,5 y 7,5 en café orgánico y en café convencional 5,8 y 4,2 para calidad de suelo y salud del cultivo respectivamente.

#### **4.4 Microclima como regulador del comportamiento de enfermedades en cafetales de sombra**

El sistema de manejo convencional del café, caracterizado por la reducción del uso de sombra, genera un ambiente particular que influye sobre la presencia de ciertos patógenos causantes de enfermedades como: Mancha de hierro (*Cercospora coffeicola* Berk & Che), Antracnosis (*Colletotrichum spp. Noack cop*) y mal de hilachas (*Pellicularia Koleroga* Cooke). Sin embargo un exceso de sombra como una alta densidad de esta en el sistema orgánico, puede incrementa enfermedades como el ojo de gallo (Beer *et al.* 1998). No obstante de pueden utilizar diversas prácticas agrícolas de origen cultural que pueden resultar desfavorables para el desarrollo de las enfermedades al modificar las condiciones micro climáticas del cultivo (Zentmyer y Bald 1977).

Estas modificaciones del microclima influyen en el desarrollo de enfermedades del café. En Nicaragua, se han observado niveles de *Hemileia vastatrix* más altos en condiciones de sombra, como respuesta a la alta humedad que se producen en los estratos bajos del café. Mientras que *Cercospora coffeicola* bajo condiciones de sombra no incrementó su severidad, pues las condiciones óptimas para su desarrollo son pleno sol (Guharay *et al.* 2002).

#### **4.5. Nematodos Fitoparásitos.**

Los fitonemátodos en caficultura constituyen un grupo de organismos poco estudiados y en consecuencias pobremente entendidos. Es 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).

Los nemátodos 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 se generan 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 1993).

Los nematodos 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).

El desarrollo de una población de fitonemátodos en un cultivo, involucra los procesos de supervivencia, disseminación, infección, alimentación y reproducción. En ausencia del hospedante los fitonemátodos pueden sobrevivir períodos de semanas o meses en estados de baja actividad metabólica, como el reposo o diapausa, inducidos por factores endógenos y ambientales (Arauz 1998).

Muchos patógenos que habitan en el suelo, también son causa importante de pérdidas en la producción (Miller 1975). Monterroso (1999), comparo en Nicaragua poblaciones de nemátodos en cafetales con manejo convencional y sombra menor de 10% y cafetales con sombra entre el 60% encontrando la predominancia de los géneros *Meloidogyne* y *Pratylenchus*, siendo *Meloidogyne* el más abundante.

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).

#### **4.6. Factores que afectan la actividad de los nemátodos fitoparásitos**

La supervivencia y la reproducción de los nemátodos se ven afectadas principalmente por tres factores: la temperatura, la humedad y las propiedades físicas del suelo (Taylor y Sasser 1983). Altas temperaturas favorecen el desarrollo de los nemátodos, mientras que las temperaturas bajas prolongan la duración de su ciclo biológico, disminuyendo por lo tanto la multiplicación (Lemus y Valenzuela 1993).

Sin embargo, se deben considerar los intervalos de temperaturas extremas que afectan la supervivencia y la reproducción. Para el caso de huevos y larvas de *Meloidogyne*, el intervalo entre 0 a 5°C determina el tiempo que sobreviven huevos y larvas, mientras que entre 35°C a 40°C las larvas son inefectivas (Taylor y Sasser 1983).

La humedad del suelo es importante tanto para la actividad y supervivencia de los nemátodos como para la actividad de la planta. Los nemátodos requieren de agua, aunque han desarrollado estrategias que les permiten sobrevivir a situaciones de anhidrobiosis. Esta capacidad de sobrevivir a los estados de estrés hídrico aumenta cuando la humedad declina lentamente o la desecación es lenta (Magunacelaya y Dagnino 1999).

La textura del suelo es importante ya que las larvas tienen que moverse a través de los poros del suelo; el movimiento es imposible si los espacios porosos son tan pequeños que les impidan a los nemátodos deslizarse a través de ellos. Se ha demostrado que el nematodo de la raíz *Meloidogyne* spp es más severo en suelos arenosos que en suelos arcillosos (Taylor y Sasser 1983).

Respecto a la materia orgánica, algunos autores aseguran que la descomposición de la misma tiene una acción nematocida; otros afirman que el beneficio se debe a una acción indirecta, ya que permite una nutrición más adecuada de la planta que compensa el porcentaje de raíces dañadas (Magunacelaya y Dagnino 1999).

#### **4.7. Nemátodos fitoparásitos asociados al cultivo del café**

##### **4.7.1. *Meloidogyne* spp.**

Las especies de *Meloidogyne* (nematodo agallador de la raíz) son endoparásitos sedentarios. Su reproducción ocurre solamente cuando el segundo estadio larval infectivo penetra en las raíces u otras partes subterráneas de una planta apropiada, migra por el interior de las raíces sin romper las células, e inicia el desarrollo de células gigantes en las cuales pueda alimentarse y desarrollarse hasta convertirse en hembras que producen huevos. Los huevos eclosionan dando origen a una nueva generación de larvas infectivas del segundo estadio (Taylor y Sasser 1983).

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). A diferencia de otros géneros *Meloidogyne* posee una característica muy peculiar,

(formación de agallas) a simple vista son fáciles de identificar; inicialmente de color blanco, pero después se tornan parduzcas (Teliz *et al.* 1993).

En cuanto a la parte aérea, los síntomas de una planta infestada con *Meloidogyne* son similares a los que presenta una planta con otro tipo de daño en las raíces, estos pueden ser; de acuerdo con Magunacelaya y Dagnino (1999); Taylor y Sasser (1983)

- 1- Inhibición de la brotación, disminución del crecimiento y deficiencias nutricionales en forma de clorosis del follaje, ya que los nemátodos interfieren la producción y translocación de sustancias provenientes de las raíces, como las hormonas giberelinas y cito quininas, y también de sustancias que regulan la fotosíntesis.
- 2- Marchitez temporal a pesar de haber humedad adecuada en el suelo, debido al menor tamaño del sistema radical y a que los elementos vasculares en los nódulos se rompen y se deforman interrumpiendo mecánicamente el flujo normal de agua y nutrientes.
- 3- Finalmente disminución de la producción o pérdida de ésta.

#### **4.7.2. *Pratylenchus* spp**

Uno de los problemas de gran importancia en el cultivo de café, lo constituyen los nemátodos y en particular el nematodo lesionador *Pratylenchus spp* el cual se encuentra ampliamente distribuido en Centroamérica sobre el cultivo del café (Zhag y Schmitt 1995). El nematodo lesionador, *Pratylenchus spp*, posee alrededor de 5 especies asociados al cultivo del café en todo el mundo (Morgan *et al.* 1992). En Nicaragua el género más abundante en la sexta región, tanto a nivel de vivero como de plantaciones, corresponde a *Pratylenchus* (García *et al.* 1990).

Los nemátodos pertenecientes a este género son endoparásitos migratorios altamente polípagos. 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 1990).

Se conocen como nemátodos lesionadores puesto que al alimentarse en el interior de las raíces desdoblan sustancias vegetales como amigdalina, transformándola en ácido cianhídrico (HCN), que provoca las lesiones necróticas. Por esto, pueden causar daños en el hospedero en un medio estéril por sí mismo, sin la intervención de otro patógenos, como hongos y bacterias. El daño ocasionado por la alimentación y migración intracelular se manifiesta como oscurecimiento de raíces y reducción o ausencia de raicillas finas (Magunacelaya y Dagnino 1999).

En cuanto a síntomas aéreos en la planta éstos incluyen defoliación temprana disminución de la producción, de uniformidad y muerte temprana del cultivo (Mcfadden- Smith *et al.* 1998). Los síntomas pueden ser fácilmente enmascarados o confundidos con aquellos producidos por otros patógenos del suelo o con factores abióticos que causan estrés. Los daños pueden afectar seriamente estados iniciales de las plantas en vivero o cuando son trasplantadas en el campo (Pinochet *et al.* 2000).

En general estos nemátodos atacan el cortex de las raíces (Davide 1996). Las raíces afectadas de *Coffea arabica* (L) por *Pratylenchus coffeae*, tienden a tornarse de color pardo claro a negro, como consecuencia de la destrucción del tejido cortical de las raíces laterales (Pinochet y Ventura 1980).

#### **4.7.3. *Rotylenchulus* spp**

Los miembros de este género son ectoparásitos migratorios de la raíz, las raicillas son las que se observaron más fuertemente afectadas (Raski y Golden 1965). Según Campos *et al.* (1990), 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).

Se pueden distinguir tres tipos de daños directos que el nematodo puede ocasionar a las raíces:

- Mecánico; destrucción de células, dejando huecos en las raíces.
- Químico; inyección de enzimas digestivas.
- Remoción; contenido celulares, hace más susceptible al ataque por otro organismos patógenos.

#### **4.7.4. Control de nematodos fitoparásitos**

El manejo y control de los nemátodos se ha fundamentado, básicamente en el control químico, utilizando nematicidas. En los sistemas intensivos de producción de café, los nematicidas aún se utilizan ampliamente, pero en muy raros casos de manera racional (Noble y Sams 1999)

Los primeros químicos utilizados en el control de nematodos fueron fumigantes del suelo. La fumigación causa una disminución de los nemátodos presentes en el suelo, pero en los siguientes años la tasa de reinfestación aumentan lentamente alcanzando densidades poblacionales semejantes o mayores a las encontradas en suelos no fumigados (Katan 1981).

Dentro de los medio de control disponibles el más utilizado hasta la fecha es el control químico, que sin restarle méritos a su acción de control inmediato, es costoso altamente peligroso, si no se toman las medidas de seguridad apropiadas, no debemos ignorar que la constante utilización de productos químicos complica la problemática de las plagas, haciendo que simples visitantes de las fincas de café se conviertan en enemigos de la cosechas, así como también estimulan el desarrollo de la resistencia de las plagas ya existentes e inducen a que una especie sea remplazada por otra, tal vez más agresiva (Cárdenas 1993).

Los nematicidas deterioran la salud humana y animal (Davide 1996), lo cual ha despertado, tanto en las regiones tropicales como subtropicales, un creciente interés por evitar sistemas de manejo basados en el control químico (Luc *et al.* 1990). En este sentido, existe una amplia gama de opciones basadas en un manejo de bajos insumos, orientada hacia la sostenibilidad del agroecosistemas.

La filosofía actual en torno al control de nemátodos se basa en los sistemas de manejo integrado, cuyo objetivo supremo consiste en la dependencia mínima de compuesto químico mediante la utilización combinada de otros métodos de control. En este enfoque se considera el uso de cultivares resistentes, enmiendas orgánicas, control biológico, microclima como regulador de plagas y enfermedades, coberturas vivas, etc (Luc *et al.* 1990).

#### **4.7.5. Control biológico de nematodos fitoparásitos**

González y Fernández (2003), sugieren que el método biológico con el incremento de organismos antagonistas como hongos micorrizicos, nematófagos y endofíticos nativos o introducidos, bacterias u otros depredadores naturales, en combinación con fertilizantes orgánicos, representan una alternativa muy apreciable para la obtención de cultivos en armonía con el ambiente.

Bajo condiciones naturales, los nemátodos fitoparásitos son atacados por una gran variedad de organismos del suelo. Estos parásitos y predadores incluyen hongos, Bacterias, virus, protozoos y otros nematodos, sin embargo en muy pocos casos han sido usados efectivamente en control biológico las causas de las actividades de estos organismos y sus efectos sobre los nematodos son poco comprendidas (Herrera *et al.* 2002).

López (1995); Estrada y Romero (1995); Ayala *et al.* (1996); Pérez (1996); Trujillo (1997); Vázquez y Castellanos (1997); Rovesti (1998), utilizaron hongos entomopatógenos (*Paecilomyces lilacinus*) en el control de *Meloidogyne spp*, *Rotylenchulus réniformes*, *Tylenchulus semipenetrans*, *Radopholus similis*. Obtuvieron un 75% del control.

La severidad del daño causado por los nematodos a las plantas puede ser reducida si se crean condiciones favorables para el desarrollo y reproducción de enemigos naturales que se encuentran en el suelo. Los agentes de control

biológico inhiben o matan a los patógenos en compost maduros y por tanto, inducen la eliminación de enfermedades. Los agentes de control biológico presentes en los compost pueden inducir la resistencia sistémica adquirida contra los patógenos foliares de las plantas (Paredes 1999).

#### **4.7.6. Enmiendas orgánicas**

El aprovechamiento de los residuos orgánicos cobra cada día mayor importancia como medio para mejorar la producción, reducir la dependencia de insumo externos de alto costo económico y ambiental, mejorar y hacer más sostenible la productividad del suelo, utilizar los recursos locales disponibles para el productor, responder a la creciente demanda internacional de productos agrícolas libres de agroquímicos y de hacer más eficiente el ciclaje de nutrientes en la biosfera (Barrientos 1991).

La importancia de la materia orgánicas como la gallinaza y la pulpa de café aumenta la disponibilidad de los nutrientes y mejoran las capacidad de intercambio cationico del suelo, de manera que la planta mejora su crecimiento e incrementa la tolerancia a los nematodos, debido a que ésta desarrolla cantidad de raíces (Valencia 1990-b).

Otro aspecto importante, es que a través de la adición de materia orgánica se estimula la actividad de microorganismos y se incrementa la presencia de microorganismos benéficos y que son antagónicos a los nemátodos, durante el proceso de la descomposición de la materia orgánica se liberan compuestos volátiles que afectan el crecimientos de nematodos (Vásquez y Castellanos, 1997).

Stirling (1991), en una revisión sobre el control biológico de los nemátodos parásitos de plantas, señala la importancia de la materia orgánica no solo por mejorar la fertilidad y estructura del suelo, sino también por su efecto tóxico sobre los nemátodos fitoparásitos. Liu *et al.* (1995), señalaron que todas las enmiendas orgánicas tienen un amplio espectro de actividad sobre la microflora nativa de la rizósfera y del tejido radical.

La repuesta del café a los abonos orgánicos no es inmediata, es decir, el café requiere cierto tiempo para aprovechar los abonos en su nutrición, dependiendo de la humedad disponible en el suelo, presencia de lluvia o aplicación del abono orgánico. La gran diferencia entre los fertilizantes químicos/inorgánicos y los abonos orgánicos es que los primeros son aprovechados por la planta en menor tiempo, mientras que los últimos actúan en forma directa y lenta pero mejorando la cantidad y actividad de los microorganismos en el suelo (Zelaya & Sotelo 2000).

#### **4.7.6.1 Pulpa de café**

La adición de materia orgánica al suelo como: compost, desechos vegetales, desechos animales, pulpa de café entre otros, han demostrado ser una alternativa efectiva en muchos países teniendo como resultado un aumento en la fertilidad del suelo, incrementando los rendimientos, mejorando la estructura del suelo y provocando la disminución de organismos patógenos presentes en el suelo (McSorley *et al.* 1999; Bryan *and Lance* 1991; Harrison *et al.* 1985).

La pulpa de café se ha utilizado como fertilizante orgánico aplicado directamente sobre los cultivos. En los beneficios generalmente la pulpa se acumula en las áreas destinadas para su descomposición, donde los nutrientes son disueltos y se pierden. De la misma manera en la descomposición anaeróbica los ácidos del material crea malos olores y atrae insectos no deseados (Barrientos 1991).

Entre los beneficios que brinda la aplicación de pulpa de café: mejora la estructura del suelo, haciéndola más porosa y por lo tanto ayuda en la aireación de las raíces, produce una mayor retención de humedad, estimula el desarrollo de raíces absorbentes, incrementa la actividad microbiana, aumenta la fertilidad potencial del suelo, reduce la utilización de fertilizantes químicos y nematocidas (Alfaro 2001).

Para cafetales en producción (Salazar 1983), demostró que la aplicación de 12 kg de pulpa de café descompuesta por árbol cada seis meses, reemplaza la fertilización química del cafetal al sol, es decir, la pulpa producida por un cafetal sirve para abonar la quinta parte de ese cafetal. Cadena (1982) encontró que en almácigos de café la mezcla de suelo: pulpa de café descompuesta en proporción de volumen 3:1 hace innecesaria la utilización de fungicidas para el control de la mancha de hierro.

#### **4.7.6.2 Gallinaza**

Generalmente, los residuos orgánicos más efectivos para el control de nemátodos son aquellos con alto contenido de nitrógeno en comparación a los que contienen compuestos nematocidas (Gonzales y Canto 1993), La gallinaza tiene un notable potencial para el control de nematodos agalladores, con ella el crecimiento y el rendimiento de frutos de tomate se incrementa y la severidad del ataque de nematodos disminuye (Chindo y Khan 1990).

Su principal aporte consiste en mejorar las características de la fertilidad del suelo con algunos nutrientes, principalmente el nitrógeno y otros elementos como el Fósforo, Calcio, Manganeso, Zinc, Cobre y Boro. Este residuo ayuda a mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo (Restrepo 1998).

## **V. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **5.1. Localización del experimento**

El estudio se realizó de Mayo 2006 a Enero 2007 en Masatepe, Masaya en el Ensayo de sistemas establecido por el CATIE en el 2000 y en el Laboratorio de Nematología de la Universidad Nacional Agraria (UNA).

El estudio se realizó en el ensayo de sistemas, en el “Jardín Botánico” y en el Centro Experimental Campos Azules (CECA).

- El Jardín botánico (UNICAFE), localizado a 11°54´ de latitud Norte y 86° 09´ latitud Oeste, a una altitud de 453 m.s.n.m, presenta topografía plana, una precipitación promedio anual de 1400 mm y temperaturas promedio de 24°C una humedad relativa entre 70 y 80%, con coordenadas geográficas (Haggar; Staver 2001).
- El Centro Experimental “Campos Azules” (CECA) del INTA, ubicado a 12° 19 latitud norte y 86° 09 latitud oeste, a una altitud de 455 m.s.n.m, presenta topografía plana, con una precipitación anual de 1400 mm, suelo Humic Durustad, alto contenido de materia orgánica, con una acidez de 5-6 e pH ( Haggar; Staver 2001)

### **5.3. Descripción del área experimental**

#### **5.3.1. Níspero y Mamón (Jardín Botánico)**

En el Jardín Botánico el experimento se estableció en el año 2000, la variedad utilizada es Pacas con 7 años de edad, con una distancia de 2.0 metros entre surco x 1.25 metros entre plantas. El área experimental para el Níspero es de 10,085 m<sup>2</sup>, en el caso del Mamón el área experimental es de 11,090 m<sup>2</sup>. Con una densidad de 4000 plantas por hectárea. Cada lugar representa una replica del experimento (Anexo 1-2).

#### **5.3.2. centro Experimental de Campos Azules (CECA)**

La réplica Campos azules se estableció en el año 2001; posee un área experimental de 10,170 m<sup>2</sup>, los cafetos de este ensayo tienen 5 años de edad, la variedad establecida es Pacas. La distancia de siembra entre plantas es de 1.25 metros y entre surcos es de 2.0 metros (Anexo 3).

### 5.3.3 Tratamientos evaluados

En cada réplica se establecieron 14 parcelas correspondiente a los tratamientos, en cada parcela se delimito un área útil de 258m<sup>2</sup>, para fines de este estudio se seleccionaron 5 parcelas de cada réplica. Las especies de árboles de sombra establecidas en cada réplica eran Genízaro (*Samanea saman*), Guaba (*Inga laurina*), Acetuno (*Simarouba glauca*) y Roble (*Tabebuia rosea*), las cuales se sembraron a 3.75 metros entre planta y a 4 metros entre surco.

Los tratamientos evaluados consistieron en la combinación de dos niveles de insumo con dos tipos de especies de sombra (leguminosas de servicio y no leguminosas maderables), incluyendo además uno de los niveles de insumo en condiciones de pleno sol (Tabla 1)

**Tabla 1. Descripción de los tratamientos evaluados en el ensayo de sistemas**

Tratamiento	Nivel de insumo	Especies de sombra	
1	CIM	Convencional intensivo	<i>Tabebuia rosea</i> + <i>Simarouba glauca</i>
2	CIL	Convencional intensivo	<i>Inga laurina</i> + <i>Samanea saman</i>
3	OEM	Orgánico extensivo	<i>Tabebuia rosea</i> + <i>Simarouba glauca</i>
4	OEL	Orgánico extensivo	<i>Inga laurina</i> + <i>Samanea saman</i>
5	PS	Convencional intensivo	Pleno sol

*I. laurina*: Especie de sombra, perennifolia, fijadora de nitrógeno; *S. glauca*: Especie maderable, perennifolia; *T. rosea*: Especie maderable, caducifolia; *S. samans*: Especie maderable, caducifolia, fijadora de nitrógeno. Abreviatura M: maderable, abreviatura L: leguminosa.

### 5.4. Obtención de muestras

El estudio consistió en muestreos para conocer las poblaciones de los nematodos fitoparásitos en plantaciones de café, establecidas bajo diferentes sistemas de manejo. Las muestras se colectaron en las parcelas experimentales de las réplicas el Mamón y el Níspero establecidas en el Jardín Botánico y en la réplica establecida en Campos Azules.

Se realizaron dos muestreos, en Mayo del 2006 y en Enero del 2007 y las muestras consistieron en suelo y raíz. En cada parcela se seleccionaron 5 puntos distribuidos en forma de "X", cada punto estaba compuesto de cinco plantas de café y de cada punto se tomó una muestra, la cual estaba compuesta de 5 submuestras extraídas una de cada planta que conformaba el punto de muestreo (Anexo 4).

Las muestras fueron extraídas con un palín y consistieron en 1 kg de suelo y 5g de raíces y fueron tomadas de la zona radicular de las plantas, en un diámetro de 15 cm alrededor del tallo de la planta y a 15 cm de profundidad. En el laboratorio las muestras de suelo fueron homogenizadas y se utilizaron 200g para ser procesadas. El método de extracción utilizado para procesar las muestras de suelo fue el método de Tamices más filtro de algodón. La extracción de los nematodos de las muestras de raíces se hizo mediante el método de macerado por licuadora más filtro de algodón (S' Jacob and Bezoojen 1977).

### **5.5. Variables evaluadas**

Las variables evaluadas fueron:

- 1- Número de nematodos fitoparásitos por género encontrados en 200 g de suelo por tratamiento .
- 2- Número de nematodos fitoparásitos por género encontrados en 5 g de raíz por tratamiento.

### **5.6. Análisis estadísticos**

Los datos de número de nematodos fueron transformados mediante la fórmula  $\sqrt{X+0.5}$ ; donde X representa el número de nematodos. Posteriormente para cada muestreo se realizó un análisis de varianza y comparación de medias, utilizando Tukey (0.05). Debido a que las réplicas presentan diferentes condiciones (suelo, edad, ubicación) el efecto de los tratamientos fue analizado para cada réplica por separado.

### **5.7. Manejo de los sistemas**

El manejo en los sistemas es con alto uso de insumos orgánico y bajo uso de insumo orgánico, uso intermedio de insumo sintético y uso intensivo de insumo sintético en el Anexo 6 se detalla cada uno de los niveles de insumo que utilizaron en el ensayo de sistema.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1. *Meloidogyne* spp en suelo

En las réplicas el Níspero y el Mamón no se encontraron diferencias significativas, en el efecto de los tratamientos sobre las poblaciones de *Meloidogyne* spp, en ninguno de los muestreos; en cambio en la réplica Campos Azules se encontró que la población de *Meloidogyne* spp fue significativamente mayor en el tratamiento Orgánico extensivo maderable y significativamente menor en el tratamiento Pleno sol (Anexó 7). Hubieron diferencias significativas en el primer muestreo de la réplica Campos azules ( $p= 0.05$ ).

Aunque hubo diferencia significativa entre los tratamientos en la réplica Campos Azules, en el primer muestreo, las poblaciones más bajas se observaron en esta réplica. No así en los tratamientos de la réplicas el Níspero y el Mamón donde se encontraron mayores poblaciones.

Las poblaciones más altas de este género se encontraron en los tratamientos Convencional intensivo leguminoso y Pleno sol (Figura 1-a) en el primer muestreo. Las poblaciones más bajas se encontraron en el primer muestreo, en el tratamiento Pleno sol (Figura 1-c) en la réplica Campos azules, sin embargo estas aumentaron en el segundo muestreo.

En los tratamientos donde se contabilizaron altas poblaciones de *Meloidogyne* su manejo es con altos uso de insumos, con sombra de árboles leguminosos (*Inga laurina*; *Samanea samán*) y sin sombra, según Fernández y Muschler (1999), el uso de diferentes productos sintéticos contribuye al aumento de los problemas causados por nematodos.

Samayoa (1999), encontró que la población de nematodos fue mayor en el cafetal convencional siendo el genero *Meloidogyne* quien presento la población más alta. Las poblaciones de *Meloidogyne* spp en suelo, se encontraron bajas en comparación con las registradas en raíz, esto se debe a que *Meloidogyne* spp por ser endoparásito sedentario está obligado a permanecer en el suelo por un corto periodo de tiempo, principalmente durante las primeras etapas de su vida (Agrios 1988; Guharay *et al.* 2000).

Noir *et al.* (2003), encontró poblaciones de *Meloidogyne* en cafetales bajo manejo orgánico, con un nivel de infestacion medio; estas se registraron en los tratamientos con sombrío de genízaro (*Samanea samán*) con un 30% de sombreado. Acosta (1990), determino que en esencia los nematodos pueden desarrollarse en árboles de *Samanea saman*, *Gliricidia sepium*, *Guazuma tormentosa*, *Ricinus comunis* y *Erythrina poeppigiana*

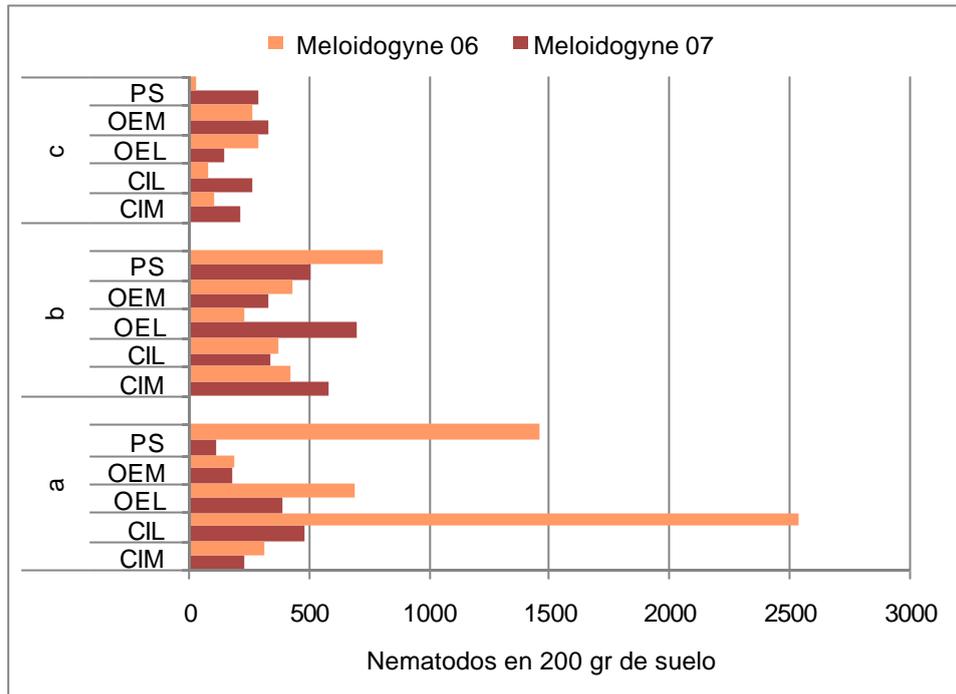


Figura 1. Población de *Meloidogyne* spp en suelo; en las réplicas **(a)** él Níspero, **(b)** el Mamón, y **(c)** Campos Azules en los diferentes tratamientos. Masatepe, Masaya, 2006-2007

Las mayores poblaciones de *Meloidogyne* spp coincidieron con el inicio del periodo de lluvias y las bajas con la llegada del periodo seco, esta tendencia podría explicar en parte el comportamiento de las poblaciones presentes en suelo (Anexo 6) Taylor y Sasser (1983), mencionan que el agua es un factor determinante para que las especies de *Meloidogyne* puedan continuar su vida y todas sus actividades en el suelo.

Las poblaciones de *Meloidogyne* spp variaron en cuanto al periodo de muestreo es importante considerar como es la distribución de los nematodos según la (Figura 1) las poblaciones registradas en cada tratamiento son muy variables. Hernández (2002), menciona que los niveles poblacionales dependen de la época de muestreo, ya que estos varían con grandes amplitudes durante el ciclo fenológico de los cafetos de acuerdo con las estaciones climáticas.

## 6.2. *Meloidogyne* spp en raíz

En general las poblaciones de *Meloidogyne* spp en raíz fueron más altas que las encontradas en las muestras de suelo. No hubo diferencias significativas en el efecto de los tratamientos sobre las poblaciones de *Meloidogyne* spp; en ninguno de los muestreos de las replicas.

A pesar de no encontrar diferencias significativas entre tratamientos, las poblaciones más altas se registraron en los tratamientos Convencional Intensivo

Moderable en el segundo muestreo; Pleno sol (Figura 2-a) primer muestreo. En el tratamiento Convencional intensivo leguminoso (Figura 2-b) primer muestreo. Las poblaciones bajas se encontrarón en los tratamientos Orgánico extensivo moderable (grafica 2-a) ambos muestreos, (Figura 2-b) primer muestreo y (figura 2-c) primer muestreo.

Los tratamientos donde se registraron las mayores poblaciones son manejados con alto uso de insumos, poseen sombra de árboles maderables (*Tabebuia rosea*, *Simarouba glauca*), leguminosos (*Inga laurina*, *Samanea samán*), y sin sombra. Por otro lado los tratamientos en donde se encontrarón las bajas poblaciones son manejados con bajo uso de insumos.

El comportamiento poblacional mostrado por los fitonematodos en café, se asemeja al observado por Monterroso (1999), en Nicaragua, al comparar las poblaciones de nematodos en cafetales con manejo convencional y sombra menor de 10% y cafetales convencional con poca sombra (0%-30%) y otro orgánico con niveles de sombra entre los 35% a 60%, observandose la predominancia de los géneros *Meloidogyne* y *Pratylenchus* siendo, *Meloidogyne* el de mayor abundancia.

Balmaceda y Cruz (1998), observaron que en tratamientos convencionales *Meloidogyne* spp presentó los mayores niveles poblacionales. La población de *Meloidogyne* fue significativamente más alta en plantaciones convencionales (10.753,8 individuos/ 5 gr de raíz) que en plantaciones orgánica. Carcache (2002).

*Meloidogyne* spp mostro altas poblaciones en las muestras de raíz, este comportamiento esta relacionado a que este nematodo pasa gran parte de su ciclo habitando las raíces. Este nematodo se ve favorecido (Sobrevive) durante los meses secos, ya que este se alimenta de las reservas de la raíz de la planta de café (Rosales 1995).

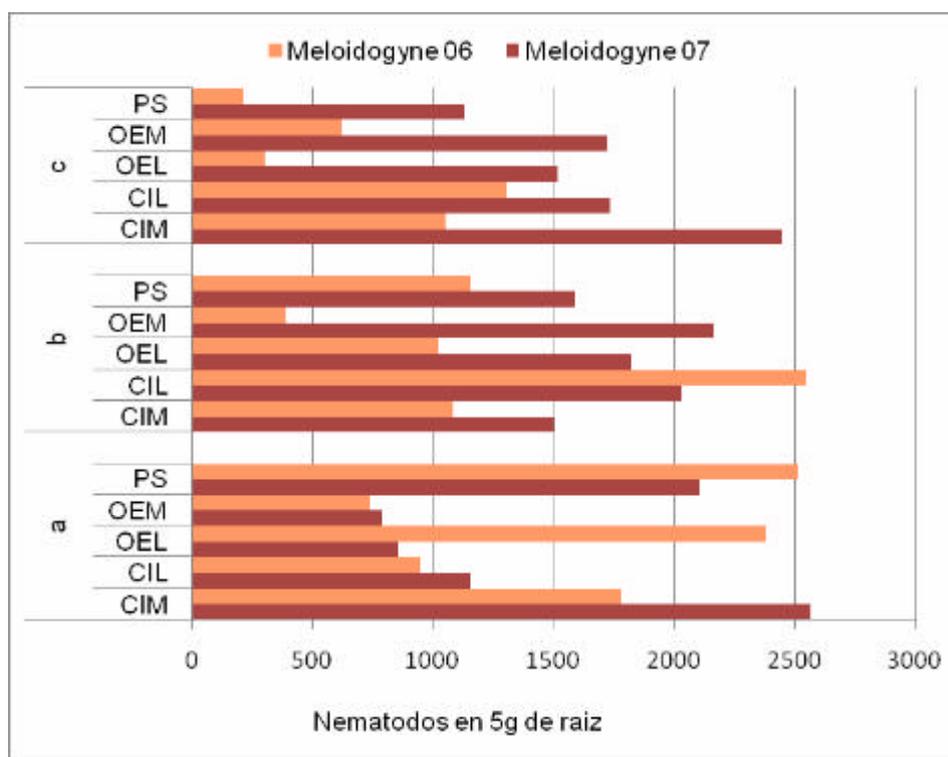


Figura 2. Población de *Meloidogyne* spp en raíz, en las replicas: **(a)** el Nispero, **(b)** el Mamón y **(c)** Campo Azules en los diferentes tratamientos. Masatepe, Masaya, 2006-2007

Debido a su agresividad y amplia distribución los nematodos formadores de agallas pertenecientes al género *Meloidogyne* se pueden considerar como los más importantes (Gonzales 1993). Las poblaciones más altas de *Meloidogyne* se registraron en el segundo muestreo. Estos resultados son similares a los obtenidos por Rosales (1995); registró que *Meloidogyne* alcanza sus mayores poblaciones en los meses de Enero, Febrero, Julio y Septiembre.

Otro aspecto que podría propiciar las altas poblaciones presentadas por *Meloidogyne*, es su característica de endoparásito sedentario (Rosales *et al.* 1996). que le permite sobrevivir dentro de la planta a altas temperaturas, por la humedad que el hospedero mantiene en sus raíces; *Meloidogyne* por ser un endoparásito sedentario se ve favorecida en los meses secos se alimentan de las reservas de la raíz, las cuales mantienen humedad por el autosombreo de la planta de café.

Fuentes *et al.* (1995), observaron poblaciones de *Meloidogyne* spp con niveles medios de infestación, en plantaciones comerciales de café en el Salvador. El estudio horizontal de las poblaciones de *Meloidogyne* reveló que este género se encuentra en diversas plantaciones de café. A de más *Meloidogyne* spp se encuentra habitando en suelos de diferentes texturas tal como arenosa, franco arcilloso, francos (Hernández 1990).

En cafetales con sombra de *Inga* spp sin fertilización, Julca *et al.* (2000) observaron que el genero *Meloidogyne* mostro las mayores poblaciones estas disminuyeron en el segundo muestreo, al finalizar el estudio aumentaron. Según Zamora y Soto (1976), se debe de realizar una adecuada elección de las especies que se usan para brindar el sombrío puede resultar un efecto negativo, como se observo con *Inga* spp que puede ser hospedera alterna para nemátodos que afectan los cafetales.

### **6.3. *Rotylenchulus* spp en suelo**

En general las poblaciones de *Meloidogyne* spp fueron más altas que las poblaciones de *Rotylenchulus* en suelo. En las réplicas Campos azules y el Mamón no se encontraron diferencias significativas, en el efecto de los tratamientos sobre las poblaciones de *Rotylenchulus* en ninguno de los muestreos.

En cambio en la replica el níspero se encontraron que las poblaciones de *Rotylenchulus* fue significativamente mayor en los tratamientos Pleno sol y Orgánico extensivo maderable y significativamente menor en el tratamiento Pleno sol y Convencional intensivo leguminoso (Anexo 8). Hubieron diferencias significativas en el primer muestreo de la replica el Níspero ( $p=0.05$ ).

Aunque hubo diferencia significativa entre los tratamientos en la replica el Níspero en el primer muestreo, las poblaciones más altas se observaron en los tratamientos de la replica el Mamón. No así en los tratamientos de las réplicas el Níspero y campos azules.

Las poblaciones más altas de este género se encontraron en el tratamiento convencional intensivo maderable (Figura 3-b) en el segundo muestreo, (Figura 3-a) en el segundo muestreo. Las poblaciones más bajas se encontrarón en el tratamiento Convencional intensivo leguminoso (Figura 3-a) en ambos muestreos y en el tratamiento Pleno sol (Figura 3-c) segundo muestreo .

Los tratamientos donde se registraron las mayores poblaciones son manejados con alto uso de insumos, a la vez poseen sombra de árboles maderables (*Tabebuia rosea*, *Simarouba glauca*). El segundo género de importancia identificado corresponde a *Rotylenchulus*.

las poblaciones encontradas en los tratamientos tuvieron comportamientos similares (grafica 3-a.b.c). No obstante este comportamiento podrían estar influenciado por otros factores: especie de nemátodo, condiciones agroecológicas dentro del cultivo, o bien los manejos que estos sistemas reciben.

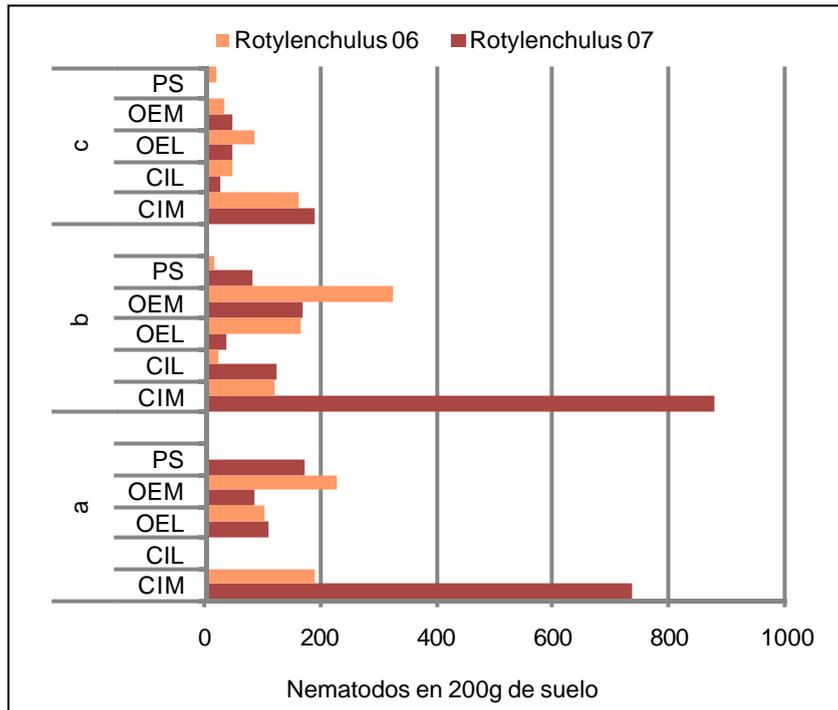


Figura 3. Población de *Rotylenchulus* spp en suelo, en las replicas: **(a)** el Níspero, **(b)** el Mamón y **(c)** Campo Azules en los diferentes tratamientos. Masatepe, Masaya, 2006-2007

Balmaceda y Cruz (1998), observaron que el género *Rotylenchulus* presento los mayores promedios poblaciones en comparación con los géneros *Meloidogyne* y *Pratylenchus*. Roman (1978), considera que los generos *Meloidogyne*, *Pratylenchus* y *Rotylenchulus* son considerados los de mayor importancia fitoparasitica en el cultivo del café.

#### 6.4. *Rotylenchulus* spp en raiz

En general las poblaciones de *Rotylenchulus* spp en suelo fueron más altas que las encontradas en las muestras de raiz. En la réplica Campos azules no se encontraron diferencias significativas, en el efecto de los tratamientos sobre las poblaciones de *Rotylenchulus* en ninguno de los muestreos. No así en las réplicas El Níspero y Mamón, en la réplica el Níspero se encontro que la población de *Rotylenchulus* fue significativamente mayor en el tratamiento Orgánico extensivo maderable y Pleno sol (Anexo 9) y significativamente menor en tratamiento convencional intensivo maderable; en la réplica el Mamón, se encontro que la población de *Rotylenchulus* fue significativamente mayor en tratamiento Orgánico extensivo maderable y significativamente menor en el tratamiento Convencional intensivo leguminoso (Anexo 10). Hubieron diferencia significativas en el primer muestreo de las replica el Níspero y Campos azules.

Aunque hubieron diferencias significativas entre los tratamientos en la replica el Mamón en el primer muestreo, las poblaciones de esta réplica se encontraron bajas. Las poblaciones más altas de este género se identificaron en el tratamiento Orgánico extensivo maderable y en el tratamiento Convencional intensivo leguminoso (Figura 4-a) en el primer muestreo. Bajas poblaciones se identificaron en el tratamiento Orgánico extensivo leguminoso y Orgánico extensivo maderable (Figura 4-a) primer muestreo y Convencional intensivo maderable (Figura 4c) primer muestreo.

En general las poblaciones de *Rotylenchulus* en el segundo muestreo fueron bajas, no se identificaron poblaciones de este género en los tratamientos Pleno sol (Figura 4-a) segundo muestreo, Convencional intensivo leguminoso y Organico extensivo maderable (Figura 4-b) primer muestreo. Pleno sol (Figura 4-b) segundo muestreo. Orgánico extensivo leguminoso y maderable, primer muestreo y Pleno sol, (Figura 4-c) segundo muestreo. Balmaceda. y Cruz (1998), observarán que en lotes a pleno sol *Rotylenchulus spp* presento las menores poblaciones tanto en muestras de suelo como en raíz.

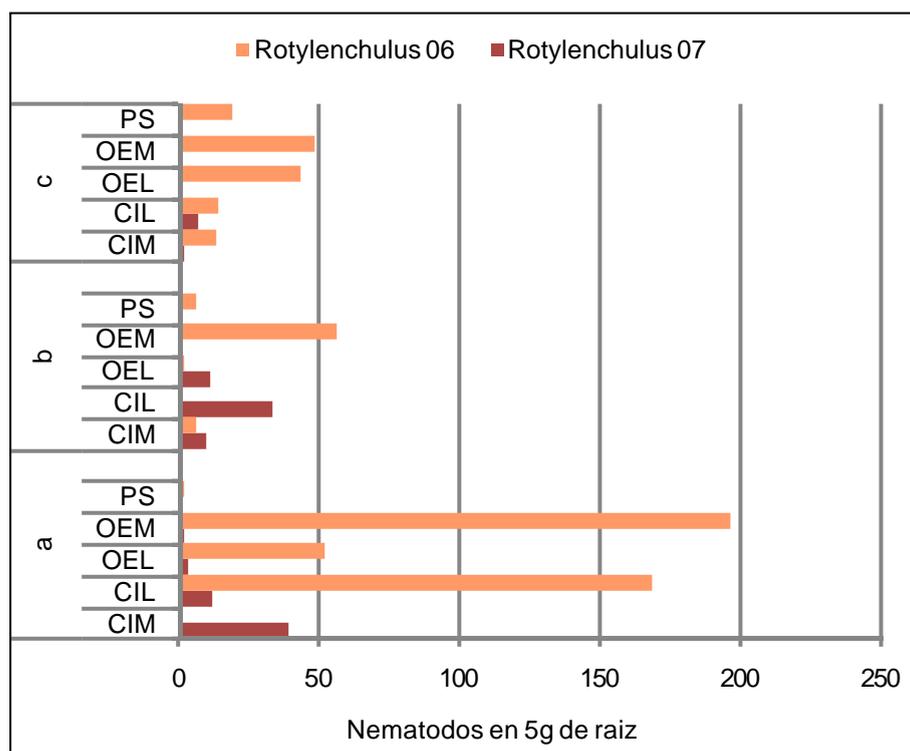


Figura 4. Población de *Rotylenchulus spp* en raíz, en las replicas: **(a)** el Nispero, **(b)** el Mamón y **(c)** Campo Azules en los diferentes tratamientos. Masatepe, Masaya, 2006-2007.

Los tratamientos donde se registraron las mayores poblaciones de este género son manejados con alto uso de insumo y bajo uso de insumo, a la vez poseen sombra de árboles Maderable (Roble y Aceituno), y leguminoso (Guaba y Genízaro).

Las poblaciones de *Rotylenchulus* spp se encontraron bajas, en comparación con las poblaciones de *Meloidogyne* spp. Sin embargo no se pueden subestimarse, (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.

La Materia Orgánica que proveen los árboles dentro del cafetal, probablemente podrían incidir en la baja de las poblaciones de este género. Según Fischersworing (2001), los árboles que brindan sombra al cafetal provee de una gran cantidad de materia orgánica, a través de la hojaras y residuos de poda. Al momento de la descomposición estos liberan una serie de compuestos importantes para la planta, a la vez se liberan sustancias orgánicas e inorgánicas que afectan el desarrollo de organismos nocivos.

El efecto que proveen los árboles de sombra al cafetal, podría relacionarse con la baja de las poblaciones de *Rotylenchulus*. En SAF de café Araya (1994), señalo que los niveles altos de materia orgánica en el suelo permiten mantener poblaciones de nematodos: *Meloidogyne* spp y *Rotylenchulus* por debajo de los niveles críticos. De igual manera, la reducción del estrés ambiental que provee la sombra, incrementa la tolerancia de las plantas de café a la infestación de nematodos fitoparásitos. (Nygren y Ramírez 1995).

## **6. 5. *Pratylenchus* spp**

En las réplicas el Níspero, el Mamón y Campos Azules no se en contraron diferencias significativas, en el efecto de los tratamientos sobre las poblaciones de *Pratylenchus* en ninguno de los muestreos. a pesar de no encontrar diferencias significativas entre los tratamientos, las poblaciones más altas se identificaron en el tratamiento pleno sol (Figura 5-b), orgánico extensivo maderable (Figura 5-a), en el primer muestreo.

Las poblaciones más bajas se encontraron en los tratamientos Convencional intensivo leguminoso (Figura 5-a) segundo muestreo, Convencional intensivo maderable y Orgánico extensivo maderable (Figura 5-b) segundo muestreo, las poblaciones de este género disminuyeron drásticamente en el segundo muestreo de los tratamientos de la (Figura 5-c), alavez no se identificarón poblaciones en el tratamiento Pleno sol(Figura 5-a)

El tratamiento donde se identificaron las mayores poblaciones de *Pratylenchus* es manejado con alto uso de insumo, y en los tratamientos donde se encontraron bajas poblaciones son manejados con alto uso de insumo y bajo uso de insumos poseen sombra de árboles maderables y leguminosos (Bertrand *et al.* 1998b) menciona que en suelos con infestaciones de múltiples patógenos, es posible observar la competencia entre géneros, lo cual se manifiesta por la limitación de alguna de las poblaciones.

Balmaceda y Cruz (1998), observaron que en lotes con sombra el género más abundante, fue *Pratylenchus* spp (3,071 nematodos/ 100 g de raíz); las poblaciones iniciales fueron bajas, pero estas aumentaron en el transcurso del estudio. En lotes a pleno sol *Pratylenchus* registro sus mayores poblaciones al inicio del estudio (2,642 nematodos/100 gr de raíz), al final del estudio estas poblaciones se redujeron a cero.

Carcache (2002), observo 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 plantacion convencional; (1,306.4 individuos/5gr de raíz) en plantacion orgánica; (344.4 individuos/100gr de suelo) en plantacion orgánica y (333.4 individuos/100gr de suelo) en plantacion convencional.

*Pratylenchus* mostro poblaciones bajas durante el estudio incluso desaparecio en el segundo muestreo, esto pueda deberse a que las poblaciones de *Pratylenchus* bajan en presencia de *Meloidogyne*. En los cafetales de la IV region en Nicaragua amenudo se encuentra mezcladas poblaciones de *Meloidogyne* y *Pratylenchus* altas poblaciones de un genero coinciden con bajos niveles poblacionales en el otro. (Rosales *et al.* 1996).

*Pratylenchus* spp registro, poblaciones muy bajas con respecto a los demas géneros, esto puede atribuirse a diversos factores tales como: precipitacion, biologia del nematodo o bien las condiciones agroecologicas de la zona. El genero predominante en la VI region de Nicaragua corresponde a *Pratylenchus* spp, fue el mas registrado en raices, encontrandose en un 42%, 30%, 52% y 61% de las muestras (Garcia y Pantoja 1990).

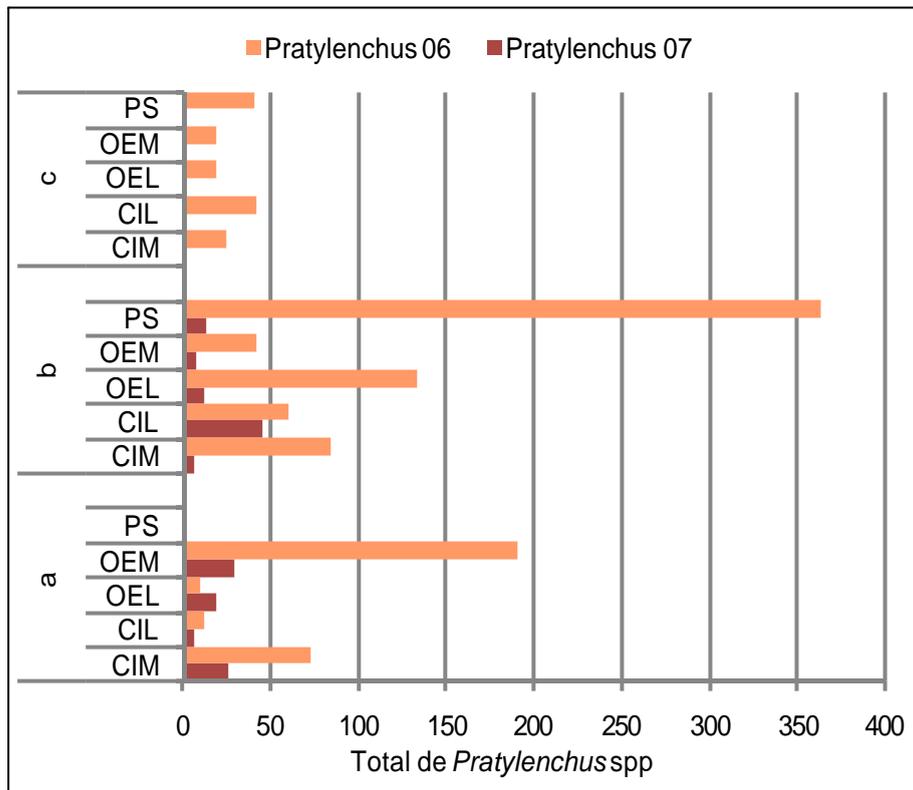


Figura 5. Población de *Pratylenchus* spp, en las replicas: **(a)** el Nispero, **(b)** el Mamón y **(c)** Campo Azules en los diferentes tratamientos. Masatepe, Masaya, 2006-2007

Las poblaciones de *Pratylenchus* identificadas durante el estudio resultaron bajas en comparación con los demás géneros. Eisenback (1985), menciona que en suelos con infestaciones de múltiples patógenos, es posible observar la competencia entre géneros, lo cual se manifiesta por la limitación de alguna de las poblaciones.

Según Rojas (1983); Araya-Vargas (1990); Araya (1994), el hecho de que las densidades poblacionales de *Pratylenchus* spp, sean menores que las de *Meloidogyne* spp, se debe al efecto de una alternancia en la predominancia entre los dos géneros, de tal manera que una mayor presencia de *Meloidogyne*, induce a bajas densidades de *Pratylenchus*. Estos autores lo explican por el hecho de que ambos géneros son endoparásitos (uno sedentario y el otro migratorio) y compiten por sitios de alimentación a lo largo del rizo plano, al final uno de estos géneros sale perjudicado.

Durante el estudio *Pratylenchus* no manifestó niveles críticos de infestación, pero si infestaciones medias. Pinochet *et al.* (2000), consideraron que el nivel crítico de infestación para el caso de poblaciones de *Pratylenchus* son 50 individuos por 250 g de suelo. Sin embargo en Nicaragua no existen estudios que indiquen el nivel crítico de infestación para el caso de nematodos. El resultado de esta población podría ser dado por efectos ambientales, ciclo de reproducción, manejo, otro factor

puede estar relacionado con la descomposición de materia orgánica; que proporcionan los árboles de sombra.

Araya-Vargas (1990), 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. Además en cultivos perennes como el café, se logra desarrollar un ambiente muy estable en suelo, lo que favorece la multiplicación de los nematodos, hasta alcanzar densidades peligrosas para el cultivo.

Hernández (2002), observo que las poblaciones de *Pratylenchus* fueron más altas en sistemas convencionales. Araya (1994), sugiere que por el hecho de que los nematodos son microorganismos poikilotérmicos, las temperaturas altas les favorecen para su reproducción, lo que podría explicar en parte el comportamiento de las mayores poblaciones en cafetales a pleno sol

## 6.6. Nematodos de Vida libre

En las réplicas el Níspero, el Mamón y Campos azules no se identificaron diferencias significativas, en el efecto de los tratamientos sobre las poblaciones de nematodos de vida libre en ninguno de los muestreos. aunque no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, las poblaciones más altas de nematodos de vida libre se identificaron, en el tratamiento Pleno sol y Orgánico extensivo leguminoso (Figura 6-b) en el segundo muestreo, las menores poblaciones se encontraron en el tratamiento convencional intensivo maderable (grafica 5c) en el segundo muestreo.

Las poblaciones más altas se registraron en el tratamiento pleno sol; se podría decir que este tratamiento se encuentra disturbado, por el alto uso de insumos. a la vez se identificaron poblaciones altas en el tratamientos orgánicos extensivo leguminoso, el cual es manejado con bajos insumos. La aplicación de productos sintéticos, ha generado cambios significativos en la estructura y dinámica de las poblaciones de nematodos de vida libre (Pocasangre 2005).

Las poblaciones de nematodos de vida libre fueron bajas en comparación a las mostradas por *Meloidogyne* spp, sin embargo estas fueron altas en relación a las registradas por *Rotylenchulus* spp y *Pratylenchus* spp. Se observaron diferentes géneros de vida libre entre ellos a *Mononchus*, según (Cristhie 1976) este género es considerado nematodo de vida libre y depredador respectivamente.

En general las poblaciones de nematodos de vida libre y nematodos fitoparásitos mostraron poblaciones similares, estos resultados podrían indicar que exista una relación entre los Nematodos de vida libre y los fitoparásitos. Carcache (2002), encontró que las poblaciones de nematodos de vida libre, fueron mayores en el cafetal convencional que en el orgánico. Además fue mayor con respecto a las demás poblaciones encontradas.

A la vez observo que en los sistemas orgánicos y convencionales, a medida que aumenta la población de nematodos de vida libre decrecen las poblaciones de fitoparásitos y viceversa. Esto puede constituir la respuesta de la población depredadora en función del crecimiento de las poblaciones de nematodos presas.

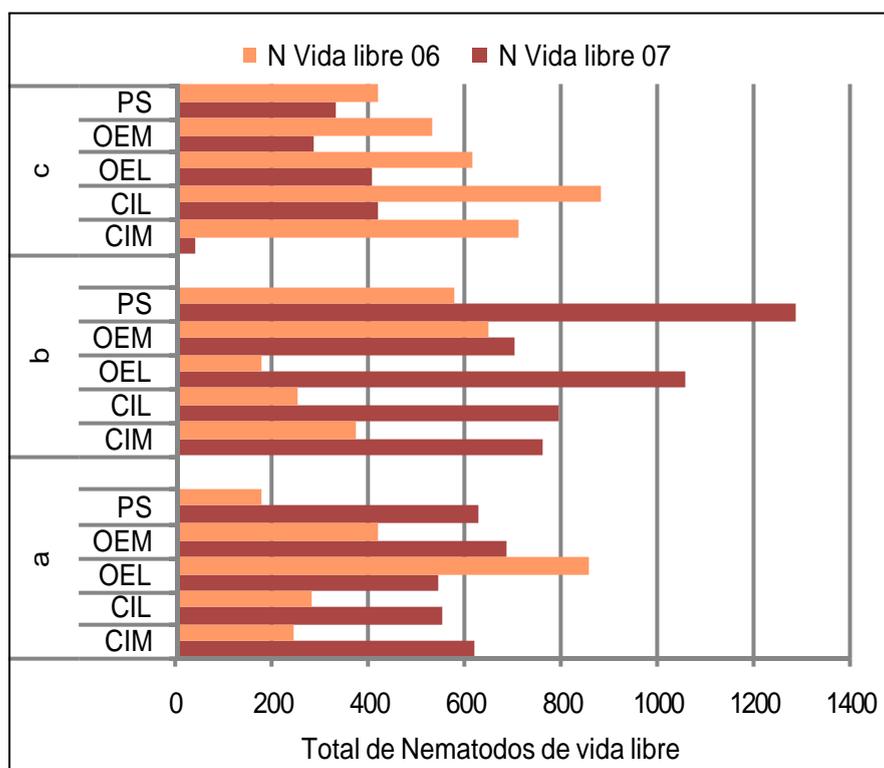


Figura 6. Población de Nematodos de vida libre, en las replicas: **(a)** el Níspero, **(b)** el Mamón y **(c)** Campo Azules en los diferentes tratamientos. Masatepe, Masaya, 2006-2007.

(Balmaceda y Cruz 1998), en tratamientos con sombra encontraron mayor diversidad de géneros como *Rhabditis* y *Mononchus*. Los nematodos de vida libre son muy importantes a nivel de ecosistemas funcionales por que regulan la descomposición, mineralización de nutrientes a la vez son depredadores de organismos dañinos como: hongos, bacterias nematodos fitoparásitos (Pocasangre 2005)

Probablemente el uso de productos sintéticos tenga influencia sobre el comportamiento de las poblaciones de nematodos de vida libre. Debido a que estos puedan tener efectos adversos a la actividad biológica del suelo y en consecuencia, se incrementa la incidencia de ataque de nematodos (Bornemiza *et al.* 1999).

Los tratamientos con sombra de árboles leguminosos indicaron poblaciones altas de nematodos de vida libre, tal efecto podría estar relacionado con el aporte de

materia orgánica que brindan los arboles de servicio, la aplicación de pulpa de café y gallinaza.

En Nicaragua se observó menor biomasa microbial bajo sombra de maderable sin leguminosa y mayor biomasa microbial bajo sombra de maderables con leguminoso (Soto *et al.* 2005).

Filb (2002) y Reganold (1998), observaron que en tratamientos bajo manejo orgánico poseen un 50 % más de microorganismos que los convencionales. Las poblaciones de nematodos de vida libre, podría indicarnos la variabilidad de agentes naturales que pueden controlar los géneros de nematodos fitoparásitos. Los nematodos de vida libre juegan un rol importante en el ciclaje de nutrientes de la plantas, la mayoría de nematodos del suelo son importantes en los procesos del ecosistema y no son parásitos o plaga (Neher 2001).

Los nematodos de vida son muy importantes a nivel de ecosistemas funcionales, por que regulan la descomposición, mineralización de nutrientes y favorecen la disminución de organismos nocivos (Beare *et al.* 1992). Sistemas agrícolas con altas poblaciones de Nematodos de vida libre sugiere una mejor interacción del suelo, la planta y el clima, con la acción de manejo que el ser humano puede introducir sobre ellos (Bertsch 1998).

## **6.7. Total de nematodos en las réplicas**

En la réplica el Nispero, el Mamón y Campos Azules no se identificaron diferencias significativas en el efecto de los tratamientos sobre las poblaciones totales, en ninguno de los muestreos a pesar de no encontrar diferencias significativas entre los tratamiento, las poblaciones más altas se identificaron en los tratamientos convencional intensivo maderable en el segundo muestreo, orgánico extensivo leguminoso y pleno sol (Figura 7-a.) en el primer muestreo y las más bajas en el tratamiento Pleno sol (Figura 7-c) primer muestreo.

Los diferentes géneros de nematodos, identificados en los tratamientos de las replicas el Nispero, el Mamón y Campos azules, mostraron similares poblaciones. Los tratamiento de la replica el Nispero (Figura 7-a) registraron mayores poblaciones, seguido de los tratamientos de la replica el Mamón los cuales mostraron poblaciones intermedias (Figura 7-b) y las poblaciones más bajas se encontraron en los tratamientos de la réplica Campos Azules (Figura 7-c).

En el caso del genero *Meloidogyne*, son diversas las especies reportadas a nivel mundial entre las más importantes *Meloidogyne exigua*, *Meloidogyne incógnita*; *Pratylenchus coffeae*, *Pratylenchus bracyurus*; *Rotylenchulus* (Zancada y Sánchez 1994). Los principales géneros fitoparásitos identificados en fincas orgánica y convencional respectivamente, correspondieron a *Pratylenchus*, *Meloidogyne*, *Helicotylenchus*, *Tylenchus* y nematodos de vida libre (Carcache 2002).

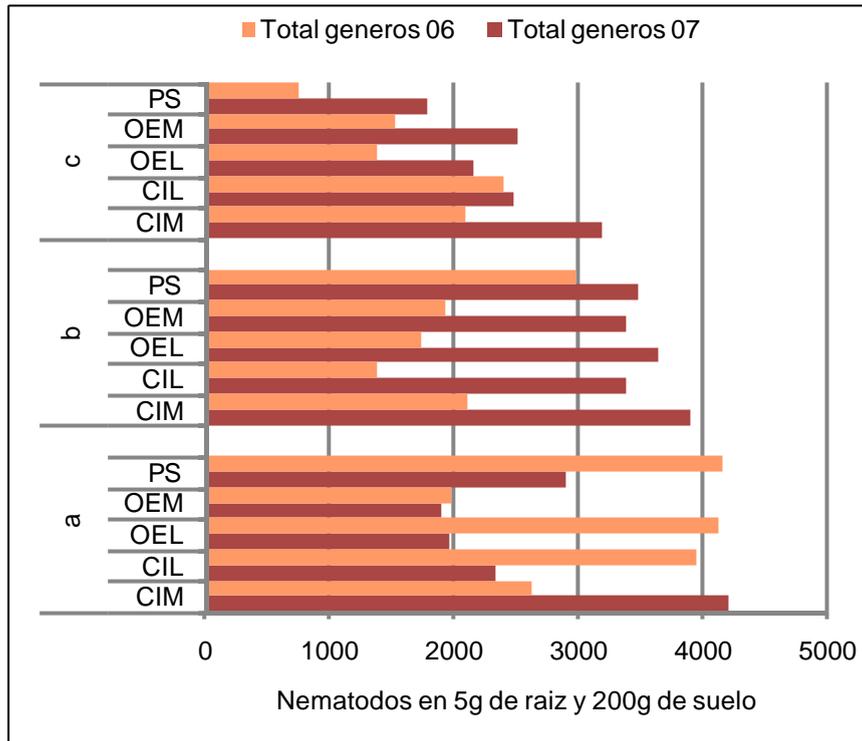


Figura 7. Población total de nematodos en las replicas: **(a)** el Níspero, **(b)** el Mamón y **(c)** Campo Azules ubicada en el centro experimental Campos Azules. Masatepe, Masaya, 2006-2007

Zancada y Sánchez (1994) mencionan que los diferentes grupos que constituyen la fauna del suelo, los nematodos son los más abundantes. Presentan una gran plasticidad y por tanto gran adaptabilidad que les ha llevado a desarrollar diferentes funciones dentro del suelo.

## VII CONCLUSIONES

- Los géneros de nematodos fitoparásitos encontrados en el estudio corresponden: a *Meloidogyne* spp, *Rotylenchulus* spp, *Pratylenchus* spp, *Xiphinema*, *Criconemoide*.
- El género más abundante tanto en suelo como en raíz correspondió a *Meloidogyne* spp y los de menor abundancia correspondieron a *Xiphinema* y *Criconemoide*.
- Los tratamientos Convencional intensivo leguminoso y pleno sol de la repica el Níspero en el primer muestreo, registraron las mayores poblaciones de *Meloidogyne* en suelo, menores poblaciones se identificaron en el tratamiento Pleno sol de la réplica Campos azules, primer muestreo.
- Los tratamientos Convencional intensivo maderable, segundo muestreo; pleno sol primer muestreo, de la repica el Níspero mostraron altas poblaciones de *Meloidogyne* en raíz, bajas en el orgánico extensivo maderable de la repica el Níspero, ambos muestreos; en el Mamón, primer muestreo y Campos azules primer muestreo.
- El tratamiento Convencional intensivo maderable, de la repica el Mamón y Níspero en el segundo muestreo mostraron las mayores poblaciones de *Rotylenchulus* en suelo, bajas poblaciones se identificaron en el Convencional intensivo leguminoso, en la réplica el Níspero en ambos muestreo y en Pleno sol de la réplica Campos azules en el segundo muestreo.
- *Rotylenchulus* en raíz registro altas poblaciones en el tratamiento Orgánico extensivo maderable y Convencional intensivo leguminoso, de la réplica el Níspero en el primer muestreo, bajas poblaciones se mostraron en el tratamiento Orgánico extensivo leguminoso, Orgánico extensivo maderable de la réplica el Níspero en el primer muestreo y Convencional intensivo maderable de la réplica Campos azules en el primer muestreo.
- *Pratylenchus* mostro altas poblaciones en el tratamiento Pleno sol de la réplica el Mamón en el primer muestreo y en el Orgánico extensivo maderable de la réplica el Níspero en el primer muestreo, bajas poblaciones se identificaron en el Convencional intensivo leguminoso de la réplica el Níspero en el segundo muestreo, en él Convencional intensivo maderable y Orgánico extensivo maderable en la réplica el Mamón en el segundo muestreo.
- Se identificó mayor diversidad de géneros de vida libre en el tratamiento Pleno sol y Orgánico extensivo leguminoso de la repica el Mamón en el segundo muestreo, menor diversidad se encontró en el Convencional intensivo maderable de la réplica Campos azules en el segundo muestreo.

## VIII RECOMENDACIONES

- Estudiar el efecto de especies de sombra, sobre el comportamiento de las poblaciones de nematodos fitoparásitos, y los diferentes estatus de hospedante

## IX REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, O. 1990. Nematodos del Cafeto. En: informe final del resultado 14. Tecnología integral del cafeto. ACC. (Ciudad de la Haba.
- Agrios, G. 1988. Plant pathology New York, Academic press p 703-746.
- Aguilar A; Beer J; Vaast P; Jiménez C; Kleinn C. 2002. Desarrollo del café asociado con *Eucalyptus deglupta* o *Terminalia ivorensis* en la etapa de establecimiento. Agroforestería en las Américas. 8 (30): 28-31.
- Alfaro, R. A. 2001. La pupa del café de contaminante a nutriente. Boletín N° 3. ICAFE, Costa Rica. pág. 25.
- Altieri, MA; Nicholls, CL. 2002. Soil fertility management and insect pests: hormonizing soil and plant health in agroecosystems soil and tillage research. 72:203-211.
- Anzueto, F; Molina, A; Figueroa, P; Martinez, A. 2000 situación de los nemátodos del cafeto en Guatemala. In Memoria: Taller mejoramiento sostenible del café arabica por los recursos genéticos, asistido por los marcadores moleculares, con énfasis en la resistencia a los nemátodos. F. Anthony & E. Rodríguez eds, CATIE/IRD, San José, pp. 39.
- Araya – Vargas M., 1990. Frecuencia y densidad poblaciones de *Meloidogyne spp* y *Pratylenchus spp.* en cafetales del Cantón de Turrialba Cartagena, Agronomía Costarricense, 14 (1), Pp. 109-144.
- Araya M. 1994. Distribución y niveles poblacionales de *Meloidogyne* y *Pratylenchus sp* en ocho cantones productores de café en Costa Rica. Agronomía costarricense. Pg 18, 183-187.

- Arauz, C. L. F. 1998. Fitopatología un enfoque agroecológico 1<sup>era</sup> edición. Editorial de la Universidad de Costa Rica 467 pp.
- Ayala, JL; Castro, SE; Monzón S. 1996. Evaluación de las posibilidades e control de Mocis latipes con diferentes entomopatógenos. IV Encuentro Nacional Científico-técnico de bioplaguicidas. INISAV, ciudad de la Habana.
- Balmaceda, R.M; Cruz, S. SA. 1998. Comportamiento de nemátodos fitoparásitos asociados a diferentes sistemas de manejo de café. Masatepe, Masaya. Tesis, Lc en Ecología. Universidad Centro Americana, U.C.A. 67 pág.
- Barrientos M. 1991. Evaluación de la pulpa de café como abono. In Simposio sobre caficultura latinoamericana (14, 1991, Panamá) memoria, Tegucigalpa, Honduras, IICA-PROMECAFE. P 497-502. (ponencias, resultados y recomendaciones de eventos técnicos A1/HN No. 94-002).
- Beare, MH; Parmelee, RW; Hendrix, PF; Cheng, W. 1992. Microbial and faunal interactions and effects on litter nitrogen and decomposition in agroecosystems. Ecol. Monogr. 62:569-591.
- Beer J. R; Muschler, D; Kassy E; Somarriba. 1998. Shade management in coffee and cacao plantations. Agroforestry systems, 38, 139-164.
- Bertsch F., 1998. Fertilidad de los suelos y su manejo San José, Costa Rica, Asociación Costarricense de la ciencia del suelo., Pp. 157.
- Bornemisza E; Collinet J; Segura A. 1999. Los suelo cafeteros de América central y su fertilización. Desafíos de la caficultura en Centro América. IICA; PROMECAFE; CIRAD; IRD. San José. Costa Rica. p: 97-137.

- Boyce, Jk; Fernández González; Furst E; Segura Bonilia O. 1994. Café y desarrollo sostenible del cultivo agroquímico a la producción en Costa Rica. EFUNA.
- Brow, R. H. 1987. Control strategies in low-value crops. Pages 351-382 in: Principles and Practice of Nematode control in Crops. Brown, R. H. and B. R. Kerry, eds. Academic press, London.
- Bryan H. and Lance. C. J. 1991. Compost trials on vegetables and tropical crops. Biocycle 27:36-37.
- Cadena G., 1982. Diseminación de *Hemileia Vastratix Berk & Br* IN taller sobre roya de cafeto (1982, Maurijales, Colombia), Memoria, Colombia, Federación Nacional de Cafetaleros de Colombia, Pp.1-27.
- Campos CP; Sivapalan P; Gnamapragasam N C. 1990 Nematodes Parasites of coffee, cocoa and tea in: Plant-parasitic Nematodes in subtropical and tropical Agriculture Editado por M luc; R A sikora y Bridge Wallindford, UK CAB internacional pp 113-126.
- Cannell, M G R. 1985. Phisiology of coffee crop en: clifford M.N. Willson, K. c (eds). Coffee, botany biochemistri and productions of beans and beverage. Com Helm, Londón. Pp 108-134.
- Cardenas M.R. 1993. Control biologico de plagas. Chinchina, Colombia. CENICAFE, Boletín técnico No. 189.
- Carcache M. X., 2002; Microorganismos no patógenos predominantes en la filosfera y rizosfera del café y su relación sobre la incidencia de enfermedades foliares y población de Nematodos fitoparásitos en los sistemas convencional y orgánico, Turrialba, Costa Rica, Pp. 94.

- Carvajal 1985. Cafeto cultivo y fertilización. Berna. Suiza. Instituto internacional de la potasa. 254 pág.
- CATIE. 2002, Centro de investigación y enseñanza. Produciendo café con calidad. Revista, 12. Pág. 17.
- CENICAFE, 2005a. Sistemas Agroforestales de producción de café en línea consultado el 20 septiembre 2005, disponible en <http://www.cenicafe.org/modules.php?name=sistemasproduccion&file=sisagr>.
- Chindo, P. S y Khan, F. A. 1990. Control of root-knot nematodes, *Meloidogyne* spp, on pest management. 36:332-335.
- Cristhie, J. 1976. Nematodos de los vegetales. Su ecología y control. Editorial LIMUSA. Mexico . 263 pág.
- Crozzolie R.P; Casassa A.M. 1990. Nemátodos fitoparasitos asociados al cultivo del guayabo. Instituto de Zoología agrícola. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 93 pág.
- Cussianovich, P; Altamirano, M. 2005. Estrategia nacional para el fomento de la producción orgánica en Nicaragua: "Una Propuesta participativa de los actores del movimiento orgánico nicaragüense". Managua, NI, Impresión comercial. La Prensa. 160 p.
- Davide. R. G 1996. Overview of nematodes as a limiting factor in musa production. In: Frisón E. A; Horry J. P; d. D. E wade (eds) new frontiers in resistance breeding for nematode, fusarium and Sigatoka. INIBAP; Montpellier Francia. P 27-31.

- Eisenback, J. D. 1985. Interactions among populations of nematodes in advanced treatise on Meloidogyne. Vol 1, editado por J. N. Sasser y C C Carter Raleigh, North Carolina, EEUU. North Carolina State University Raleigh. Pp 155-141.
- Estrada, ME; Romero M. 1995. Beauveria bassiana: Una alternativa para el control, biológico de Diatraea saccharalis en la caña de azúcar. III Encuentro Nacional Científico-Técnico de Bioplaguicidas. INISAV, ciudad de la Habana.
- Fernández, E; Acosta, O; Pérez, I. 1993. Manejo integrado de nemátodos del género Meloidogyne en el café. VIII forum Nacional de Ciencias y Técnicas. Ciudad de la Habana.
- Fernández, C. E. Muschler. R. 1999, Aspectos de la sostenibilidad de los sistemas de cultivo de café en América Central. In: Bertrand, B. Rapidel, B. (eds). Desafios de la caficultura en Centroamerica. IICA\_PROMECAFE\_CIRAD. Pp.69-96
- Fild. 2002. Organic farming enhances soil fertility and biodiversity: results from a 21 year old field trial dossier 1. Field. Suiza. 15 pág.
- Fischersworring Hömberg B; Robkamp Ripken R. 2001. Guía para la caficultura ecológica. GTZ. Lima Perú. Tercera edición. 153 pág.
- Fuentes, P; Aballay, E; Montealegre, J. 1995. Solarización y fumigación para el control de Meloidogyne spp y su incidencia en el rendimiento de un monocultivo de tomate. Ciudad de Chile. Congreso Nacional de Fitopatología. V. 32(2):82-93.

- Galloway, G; Beer, J. 1997. Oportunidad para fomentar la silvicultura en café en América Central. Serie técnica. Informe técnico N° 285. Proyecto agroforestal. CATIE-GTZ. Turrialba, Costa Rica. 168 pág.
- García, P; Pantoja G, N. 1990. Distribución y niveles poblacionales de nemátodos asociados al cafeto en la VI región, Nicaragua. In Taller regional sobre nemátodos del café, 1. Turrialba (Costa Rica). Memorias. IICA-PROMECAFE, Guatemala. 17 pág.
- Gliessman S. R., 2002. Agroecológica: Procesos ecológicos en la agricultura sostenible, Turrialba, Costa Rica, CATIE, Pp. 559.
- Gómez Gallego, J. 1992. La caficultura colombiana en el peor momento de su historia. Disponible en <http://www.deslinde.org.co/DS128/café.html>
- González. A y Canto- Sáenz. M. (1993). Comparación de cinco enmiendas orgánicas en el control de *Globodera pallida* en microparcels en Perú. *Nematropica* 23(2): 133-137.
- González, H. 1993. Nematodos fitoparásitos. G Lemus (Ed.); El duraznero en Chile. Instituto de investigaciones Agropecuarias, INIA. Santiago, Chile. Pág. 239-251.
- Gonzales, R. J. B; Fernández, G.E. 2003. Manejo alternativo de nematodos en musáceas. h taller Manejo convencional y alternativo de sigatoka negra, nemátodos y otras plagas asociadas al cultivo de las musáceas. Guayaquil. Ecuador. MUSALAC / INIBAP / FUNDAGRO. 36-38.
- Guharay F; Monterrey J.; Monterroso D.; Staver C. H. 2000. MIP en el cultivo del Café 1<sup>er</sup> ed. CATIE, Managua, Nicaragua, Pp. 272.

- Haggar J.; Staver C., 2001. ¿Cómo determinar la cantidad de sombra que disminuya los problemas fitosanitarios de café? Agroforesteria en las Américas 8 (29); Pp. 42-45.
- Harrison, H. C. J.E. Staub and P. W. Simon. 1985. The effects on sludge, bed and genotype on carrot and cucumber flavor. Hort science. 20:209/211.
- Hernández, 1990. Características de la diversidad de nematodos agalladores ((Meloidogyne spp), asociado al cultivo del café. Ponencias PROMECAFE, Centro América, la Libertad, El Salvador. 16 pág.
- Hernández, A. 2002. Étude de la variabilité et interpécifique des nematodes du genre Meloidogyne parasites de café irs en Amérique Centrale. These Dosteur. Académie de Montpellier. III (FR).
- 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 pág.
- Herrera I; Monzón A; Mendoza R. 2002. Hoja técnica de nematodos, folleto sin publicar. UNA, Managua, Nicaragua.
- IICA. 2003. Estudio de la cadena de comercialización del café. Managua. Nicaragua. 169 pág.
- INETER, (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales), 2008. Datos climáticos del Centro Experimental Campos Azules y Jardín Botánico, IV Región Masatepe, Masaya.
- Jaehn, A. 1990. Asesoría sobre nematodos de café en el área centroamericana. Promecafé. Guatemala. 17p.

- Julca, A; Otiniano, R. C; Pérez, R. C. 2000. Efecto de la sombra y la fertilización sobre los fitonemátodos en café, var. "Catimor " en Villa Rica, Selva Central del Peru. Dpto. Fitotecnia. UNALM. La Molina, Lima Perú.
- Katan, J.1981. solar heating (solarization ) of soil for control of soil-borne pests. Annu. Rev. Phytopathol. 17- 211.
- Lemus, G. y J. Valenzuela. 1993. Propagación y porta injertos. El duraznero en Chile. Instituto de investigaciones Agropecuarias, INIA. Santiago, Chile. Pág. 52-67
- Liu L. X; Hsiang T; Carey K; Eggens J. L. 1995. Microbial populations and suppresión of dollar spot disease in creeping bent grass with inorganic and organic amendnent plant disease 79: 253 p.
- López de León F; Mendoza D. 1999. Manual de caficultura orgánica. Guatemala. Asociación nacional del café. 69 p.
- López, M. 1995. PAECISAV: un novedoso nematicida biológico para el control de nemátodos fitoparásitos. III Encuentro Nacional Científico-Técnico de Bioplaguicidas. INISAV, Ciudad de la Habana: 4-5.
- Luc M.; Sikara R.; Bridee J. 1990. Plants Parastic Nematodos in subtropical land tropical agriculture. CAB international institute of Parasitology.
- Magunacelaya, J. y E. Dagnino. 1999. Nematología. ¿ agrícola en Chile. Serie Ciencias Agrnómicas, Universidad de chile. Fac. De Ciencias agronómicas n<sup>o</sup>2. Santiago. 289p.

- Masera O; Astier, M.; López Ridaura S., 1999. Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: El marco de evolución MESMIS, México, Edición Mundi-Prensa, Pp. 109.
- Mateille, T. 1993. Effects of banana-parasitic nematodes on *Musa acuminata* (AAA group) cvs. Poyo and Gros Michel in vitro plants. *Tropical Agriculture* 70: 325-331.
- Mcfadden-Smith, W, Miles y J. W. Potter. 1998. Greenhouse evaluation of pronus rootstocks for resistance or tolerance to the root lesion nematode (*Pratylenchus penetrans*) En: R. Monet (Ed.). proceeding of the fourth International Peach Symposium. *Acta Horticulturae*, N°465 v. (2). Pág. 723-729.
- Mcsorley, R; Ozores-Hampton; P. A. stansly and J. M. Conner, 1999. Nematode management, soil fertility, and yield in organic vegetable production. *Nematropica* 29:205/213.
- 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, IICA-PROMECAFE. V. 1.
- Miller P. R., 1975. Importancia de las pérdidas por enfermedades aéreas IN fitopatología: Curso moderno, Tema 1, Buenos Aires Argentina, Hemisferio Sur, Pp. 192-195.
- Montenegro Gracia, E. J. 2005. Efecto del aporte de nutrientes de la biomasa de tres tipos de árboles de sombra en sistemas e manejo de café orgánico y convencional. Tesis. Mag. Sc. Turrialba. Costa Rica. CATIE. Pág 12-25.

- Monterroso D., 1999. Interacción patosistemas- sombra en el sistema café In semana científica CATIE (4, 1999), Turrialba, Costa Rica, Actas logros de la investigación para el nuevo milenio, Turrialba, Costa Rica, CATIE, Pp. 156-161.
- Morgan G, A; López Ch, L; Vilchez R, H. 1992. Description of *Pratylenchus gutierrezin* sp. (nematoda: Pratylenchidae) from coffee in Costa Rica. *Journal Nematology*. 24(2):298-304.
- Muschler, R. y Bonnemann 1997. Shade orsun for ecologically sustainable coffee productions: a simmary of environmental key factor: en III semana científica del centro agronómico tropical de investigación y enseñanza CATIE. Turrialba. Pp 109-112.
- Neher, D. 2001. Role of nematodes in soil helth and their use as indicators. *J. Nematol.* 33:161-168.
- Noble, R.R.P; C.E Sams. 1999. Biofumigation as an alternative to methyl bromide for control of white gub larvae. Annual Intern. Research conference on Methyl Bromide alternatives and emission reductions, nov. 1-4, 1999, San Diego, california, 92, 3pág.
- 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* *Plan Pathology*. 52: 97-103.
- Nygren, P; Ramírez, C. 1995. Production and turnover of N<sub>2</sub> fixing nodules inrelation foliage development in periodically pruned *Erythrina poeppigiana* (leguminosae), trees. *Forest Ecology and management*. 73:59-73.

- Paredes, E. 1999. Manejo agroecológico de malezas y otras plagas de importancia económica en la agricultura tropical. Curso sobre bases agroecológicas para el MIP. Matanzas, Cuba.
- Pérez, N. 1996. Control biológico: Bases de la experiencia cubana. En agroecología y Agricultura sostenible, Módulo 2; diseño y manejo de sistemas Agrícolas sostenibles. Universidad agraria de la Habana (U.N.A.H), la Habana. Cuba: 87 pág.
- Pinochet, J. C. Fernández, C. Calvet, A. Hernández-Dorrego, A. Felipe. 2000. Selection Against *Pratylenchus vulnus* populations attacking prunus rootstocks. HortScience. 35(7): 1333-1337
- Pinochet, J; Ventura, O. 1980. Nematodes associated with agricultural crops in Honduras. Turrialba. 37: 137-146 p.
- Pocasangre, L.E. 2005. Taller internacional sobre nemátodos de vida libre como indicadores de calidad y salud de suelos. CATIE. Turrialba. Costa Rica.
- Raski, DJ; Golden, AM. 1965. Studies on the genus *Criconemoides* Taylor, 1936 with description of eleven new species and *Bakernema variable* n sp (Criconematidae: Nematoda) Nematologica 11:501-565.
- Reganold, J. P. 1998. Comparison of soil properties as influenced by organic conventional farming systems. América Journal of Alternative agriculture. 3(4):144-155.
- Restrepo, J. 1998. El suelo, la vida y los abonos orgánicos. Colección agricultura orgánica para principiantes. 1era ed. SIMAS. Managua, Nicaragua.

- Rice P. J.;Mc Lean, 1996. Sustainable coffee at the crossroad a White paper prepared for the consumers chace cancel [http:// www.Consumerescancel.org](http://www.Consumerescancel.org). Pp. 193.
- Rigby, D; Woodhouse, P; Young, T; Burton, M. 2001. Constructing a farm level indicators of sustainable agricultural practice. Ecological indicators 2: 197-210.
- Rojas, V. Y. 1983. Reconocimiento de los géneros de nematodos que afectan el cultivo del café (*Cofféa arabica*) en el cantón de San Carlos. Prácticas de especialidad, Ing. Agr. San Carlos, Instituto Tecnológico de Costa Rica. 51 pág.
- Román J. 1978. Fitonematología Tropical. Universidad de Puerto Rico. 256 pp.
- Rosales, 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: 17-28.
- Rosale,J; blandón, A; García, P. 1996. Nemátodos En: Manual de caficultura de Nicaragua. UNICAFE. Managua, Nicaragua. Pág: 155-163.
- Rovesti, L. 1998. La lotta biologica a cuba. Informatore fitopatologico 9: 19-26.
- Saito M. 2004. Sustainable coffea production, in wintgens. in coffee; graving, processing, sustainable production wiley – UCH, weinheim. 384-390 pp.
- S´JACOB, J; BEZOOJEN, V. J. 1977. A practical work for Nematology. Laboratorie Nematologie. Binnenhaven 10. Wagenengen, Holland.

- Samayoa Juarez, J. O. 1999. Desarrollo de enfermedades en café bajo manejo orgánico y convencional en Paraiso, Costa Rica. Tesis Ma. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Pag 29.
- Sequeira F. 1977. Muestreo de Nematodos fitoparásitos en dos zonas cafetaleras de Nicaragua. Ministerio de agricultura y ganadería. Managua ,Nicaragua. Folleto, 13 pág.
- Siman, J & Clemens. 1993. Tecnología y desarrollo del sector cafetalero en Nicaragua. En Simposio latinoamericano. Modernización tecnológica, cambio social cafetalera. Costa Rica, 13 al 16 de julio. Proyecto CATIE.
- Sosa L M; Escamilla E P; Diaz S C. 2004, organic coffee in wintgens, J N coffee: growing,processing, sustainable production wiley—UCH, weinheim. 339-334.
- Soto G.; Garcia L.; Hagggar J.; Melo E.; Munguia R.; Staver Ch., 2005. Efecto de sistemas de manejo de café (*Coffea arabica* L.), orgánicos y convencional con diferentes arboles de sombra sobre las características del suelo andisol en Nicaragua y un ultisol en Costa Rica. PROMECAFE, Pp. 96.
- Soto-Pinto, L; Perfecto, I; Caballero-Nieto , J. 2001. Shade over coffee: its effects on berry borer, leaf rust and spontaneous herbs in Chiapas, Mexico. Agrofor. Syst. 55:37-45.
- Stitling, G. R. 1991. Biological control of plant parasitic nematodes progress, problems and prospect. C. A. B. international, Wallingford UK. 1-282 pp.
- Taylor A. L; Sasser J. N. 1983. Biología, Identificación y control de los nemátodos de nódulos de la raíz. Proyecto Internacional de *Meloidogyne*. Publicación cooperativa entre el departamento de Fitopatología de la Universidad de

Estado de Carolina del Norte y la agencia de EEUU para el desarrollo Internacional. Carolina del Norte.

Teliz, O.G; Castillo y N. A. Daniel. 1993. La Corchosis del cafeto en México. Resúmenes XVI Simposio de caficultura Latinoamericana. Managua, Nicaragua. Octubre 93. IICA/PROMECAFE. 34 pág.

Trujillo, Z. 1997. Combate de la bibijagua (*Atta insularis*) con el insecticida biológico BIBISAV. V Encuentro Nacional Científico-Técnico de bioplagicidas. INISAV, ciudad de la Habana.

Uribe H. A. 1971. Erosión y Conservación de suelo en café y otros cultivos, Cenicafe 22(1) 1 - 17.(Colombia), 34(2): 122-142.

UNICAFE. 1996. Manual de caficultura de Nicaragua. Editorial CENACOR. Managua, Nicaragua. Pag. 31-141.

Vaast, P.; Casweil-Chen E. P. and Zasoski 1999 Effects of two Endoparasitic Nematodes (*Pratylenchus Coffeae* and *Meloidogyne Konaensis*) on ammonium and nitrate uptake by arabica Coffee (*Coffea Arabica L.*). Applied soil ecology. 10 (1-2), 171-178.

Valencia, A. G. 1990-b. actualidad y futuro de los nutrimentos en la caficultura colombiana. Sociedad colombiana de la Ciencia del Suelo. Capítulo del Valle, Seminario ICA-Palmira. Octubre 24-26, 23 pág.

Vásquez, L; Castellanos J. A. 1997. Desarrollo del control biológico de plagas en la agricultura cubana, agro enfoque. 91: 14-15.

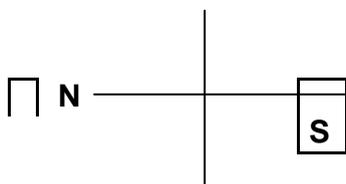
- Villain, L; Anzueto, F; Hernández, A; Jean, S.L. 1999. Los nematodos parásitos del café. In Desafíos de la caficultura en Centroamérica. B. Bertrand & B. Rapidel eds, IICA-CIRAD/CATIE, San José, pp. 327-367.
- Zhag, F; Schmitt, D. P. 1995. Spatial temporal pattern of *Meloidogyne konaensis* on coffee in Hawaii. *Journal of Nematology*. 27: 109-113.
- Zamora, G; Soto, B. 1976. Árboles usados como sombra para café y cacao. *Revista cafetalera (Guatemala)*, Octubre-Noviembre. Pp. 27-32.
- Zancada, M. C Y Sanchez, A. 1994. Papel de los nematodos en la biología del suelo *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural ( Sección Biología)* 91, 49-56.
- Zelaya, F; Sotelo, C; 2000. Manejo de la fertilización Orgánica e inorgánica en el cultivo del café (*Coffea arabica* L) en dos años consecutivos ( 1998-1999). Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria. Facultad de agronomía. Managua, Nicaragua. 50 p.
- Zentmyer G. A.; Bald J. G., 1977. Management of the environment in plants disease: an advanced treatise eds. J. Harsfall; E. Canling. New Yorks, Academic Press, V 1, Pp. 121-144.

## X ANEXOS

Anexo 1.-Esquema gráfico de la Replica: I (NÍSPERO) Jardín Botánico

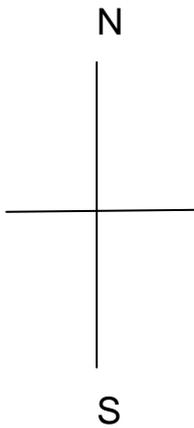
<b>Psol-CE</b>	<b>Psol- CI</b>	
CE Tabebuia rosea + Samanea saman	OE Tabebuia rosea + Simarouba glauca	CI Tabebuia rosea + Simaouba glauca
OI Tabebuia rosea + Samanea saman	OI Tabebuia rosea + Simarouba glauca	CE Tabebuia rosea + Simarouba glauca
CE Inga laurina + Simarouba glauca	CI Inga laurina + Samanea saman	CE Inga laurina + Samanea saman
OI Inga laurina + Simarouba glauca	CI Inga laurina + Samanea saman	OE Inga laurina + Samanea saman

**CI:**convencional intensivo, **CE:**convencional extensivo, **OI:**organico intensivo,**OE:**organico extensivo



Anexo 2.- Esquema gráfico de la Replica II: (Mamón) Jardín Botánico

Sunny-CE		CI Tabebuia rosea + Simaouba glauca
Sunny- CI		OI Tabebuia rosea + Simarouba glauca
		CE Tabebuia rosea + Simarouba glauca
		OE Tabebuia rosea + Simarouba glauca
		OE Inga laurina + Samanea saman
		CE Inga laurina + Samanea saman
		OI Inga laurina + Samanea saman
		CI Inga laurina + Samanea saman
		OI Tabebuia rosea + Samanea saman
		CE Tabebuia rosea + Samanea saman
		OI Inga laurina + Simarouba glauca
		CE Inga laurina + Simarouba glauca



Anexo 3.- Esquema gráfico de la Replica: III establecida en Campos Azules (CECA

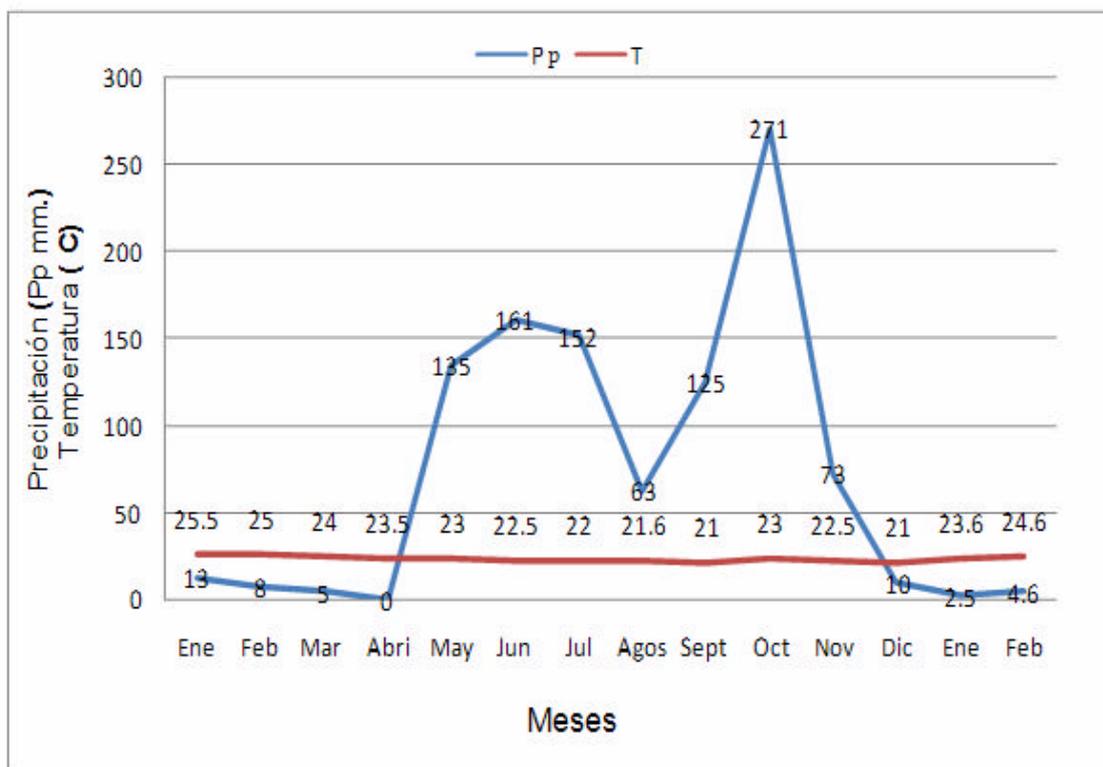
		Pleno sol <b>CE</b>
		Pleno sol <b>CI</b>
<b>CE</b> Inga laurina + Simarouba glauca	<b>CE</b> Tabebuia rosea + Simarouba glauca	<b>OE</b> Tabebuia rosea + Simarouba glauca
<b>OI</b> Inga laurina + Simarouba glauca	<b>OE</b> Tabebuia rosea + Simarouba glauca	<b>CI</b> Tabebuia rosea + Simarouba glauca
<b>CE</b> Tabebuia rosea + Samanea saman	<b>OE</b> Inga laurina + Samanea saman	<b>CE</b> Inga laurina + Samanea saman
<b>OI</b> Tabebuia rosea + Samanea saman	<b>CI</b> Inga laurina + Samanea saman	<b>OI</b> Inga laurina + Samanea saman

**CI**:convencional intensivo, **CE**:convencional extensivo, **OI**:organico intensivo,**OE**:organico extensivo

Anexo 4. Esquema de muestreo



Anexo 5. Comportamiento de la precipitación, temperatura y humedad relativa durante el periodo de estudio. Masatepe, Masaya



INETER, Boletín mensual Mayo 2006, Enero 2007

Anexo 6. Aspectos técnicos, en el manejo del experimento de sistemas Agroforestales con café

Fertilización	Manejo de Plagas	Manejo de maleza
<i>Orgánico Intensivo</i>		
Febrero-Marzo: pulpa de café, 5 lb por planta. Canícula: Gallinaza 4 lb/ planta. Una aplicación de Biofermentado dosis: 2 L. por bomba de 20 L.	Junio o septiembre, 3 aplicaciones de caldo sulfocalcico.  Junio-Julio. Poda de saneamiento y aplicación de cal.  Junio-Julio-Agosto-Septiembre, graniteo +pepena. Y aplicación de torta de Nim para el control de Gallina ciega.  Para el control de nemátodos no se realiza manejo.	Febrero-Marzo, chapea.  Mayo-Junio, manejo selectivo con machete.
<i>Orgánico Extensivo</i>		
Verano: 5 lb de Pulpa de café por planta.	Junio-Julio, poda de saneamiento y aplicación de cal. Aplicación de torta de Nim en hoyo de resiembra. Trampeo, pepena y graniteo.  Para el control de nemátodos no se realiza manejo.	Febrero-Marzo, chapea.  Mayo-Junio, manejo selectivo con machete, carrileo al momento de hacer la calle. Chapea general (calle carril).
<i>Convencional Intensivo</i>		
Junio, aplicación de fertilizante 27-9-18. Dosis: 33 gr/ planta. 0-0-60. dosis 5 gr/ planta.  En septiembre, aplicación de 12-30-10. Dosis, 70 gr/ planta.	Mayo-Junio, aplicación de Oxicloruro de cobre.  Agosto-Septiembre-Octubre - Noviembre, poda de saneamiento.	Febrero –Marzo, chapea general (calle-carril).  Mayo-Junio, control total de malezas con chapea y 2 aplicaciones de Round up

<p>Octubre, aplicación de Urea. Dosis: 40 gr/ planta y Muriato de potasio dosis: 10 gr/ planta.</p> <p>Marzo-Abril-Mayo-Junio-Julio-Agosto-Septiembre y Octubre.</p>	<p>Abril-Mayo, aplicación de Lorsban.</p> <p>Julio- Septiembre, aplicación de Endosulfan dosis: 750 cc/200 L de agua.</p> <p>Julio-Septiembre, aplicación de terbufos 5 gr/ hoyo ala resiembra.</p> <p>Para el control de nemátodos no se realiza manejo.</p>	<p>Glifosato + Flex; carrileo antes de hacer la calle.</p>
<p><i>Convencional Extensivo</i></p>		
<p>junio, aplicación de 27-9-18. Dosis 18 gr/ planta y 0-0-60. Dosis 2.5 gr/ planta.</p> <p>Octubre, aplicación de Urea. Dosis: 20 gr/ planta y muriato de potasio. Dosis: 5 gr/ planta.</p> <p>Marzo-Abril; Septiembre-Octubre, aplicaciones foliares. 4 onz de urea + 25 gr de Zinc + 30 gr de Boro por bombada.</p>	<p>Abril, 3 aplicaciones de oxiclورو de Cobre. Marchites lenta, Poda de saneamiento y aplicación de Lorsban para Minador.</p> <p>Junio, aplicación e Endosulfan según comportamiento de floración; aplicación de Terbufos. 5 gr/ hoyo a la resiembra para control de Gallina ciega.</p> <p>Para el control de nemátodos nos se realiza manejo.</p>	<p>Febrero-marzo, chapea.</p> <p>Mayo-Junio, Manejo selectivo de malezas con machete y aplicación de Round up. Carrileo 100 cm de ancho.</p>

Anexo 7. Análisis de varianza para poblaciones de *Meloidogyne* spp en suelo de la réplica Campos azules, primer muestreo

<b>F d v</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>Pr &gt;F</b>
<b>Tratamiento</b>	4	550.1511235	137.5377809	14.37	<.0001
<b>Error</b>	20	191.3991585	9.5699579		
<b>Total</b>	24	741.5502820			

R<sup>2</sup>: 0.741893 CV: 27.48989

Comparación de media entre tratamiento de acuerdo al criterio de Tukey 0.05

<b>Categoría</b>	<b>Media</b>	<b>N</b>	<b>Tratamientos</b>
<b>A</b>	16.787	5	3(OEL)
<b>A</b>	16.229	5	4(OEM)
<b>B</b>	9.917	5	1(CIM)
<b>B</b>	8.990	5	2(CIL)
<b>B</b>	4.344	5	5(PS)

Anexo 8. Analisis de varianza para poblaciones de *Rotylenchulus* spp en suelo de la replica el Níspero, Primer muestreo.

F de v	GL	SC	CM	FC	Pr>F
<b>Tratamiento</b>	4	777.5844324	194.3961081	13.07	<.0001
<b>Error</b>	20	297.447264	14.872363		
<b>Total</b>	24	1075.031697			

R<sup>2</sup>: 0.723313      CV: 48.39578

Comparación de media entre tratamiento de acuerdo al criterio de Tukey 0.05.

Categoría	Media	N	Tratamiento
<b>A</b>	7.29	5	1(CIM)
<b>BA</b>	4.16	5	4(OEM)
<b>B</b>	1.57	5	3(OEL)
<b>B</b>	0.70	5	2(CIL)
<b>B</b>	0.70	5	5(PS)

Anexo 9. Analisis de varianza para poblaciones de *Rotylenchulus* spp en raíz de la replica el Níspero, Primer muestreo.

F de v	GL	SC	CM	FC	Pr>F
<b>Tratamiento</b>	4	664.9389656	166.2347414	13.37	<.0001
<b>Error</b>	20	248.7161818	12.4358091		
<b>Total</b>	24	913.6551474			

R<sup>2</sup>: 0.727779      CV: 51.03088

Comparación de media entre tratamiento de acuerdo al criterio de Tukey 0.05.

Categoría	Media	N	Tratamiento
A	13.42	5	4(OEM)
A	11.76	5	2(CIL)
BA	7.11	5	3(OEL)
A	1.21	5	5(PS)
A	1.03	5	1(OEM)

Anexo 10. Analisis de varianza para poblaciones de *Rotylenchulus* spp en raíz de la replica el Mamón, Primer muestreo.

F de v	GL	SC	CM	FC	Pr>p
<b>Tratamiento</b>	4	134.2869239	33.5717310	12.21	<.0001
<b>Error</b>	20	54.9894463	2.7494723		
<b>Total</b>	24	189.2763702			

R<sup>2</sup>: 0.709475      CV: 62.99283

Comparación de media entre tratamiento de acuerdo al criterio de Tukey 0.05.

Categoría	Media	N	Tratamientos
A	7.15	5	4(OEM)
B	2.18	5	1(CIM)
B	1.90	5	5(PS)
B	1.21	5	3(OEL)
B	0.70	5	2(CIL)