

UNIVERSIDAD NACIONAL

TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS

FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA

TESIS

**INFLUENCIA DE LA SOMBRA Y LA FERTILIZACIÓN EN LA
DENSIDAD POBLACIONAL DE *Meloidogyne* spp. EN *Coffea arabica*
VARIEDAD CATIMOR EN EL ANEXO DE SUYUBAMBA- BONGARÁ,
2015**

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR : Bach. JUDITH JANETH RUIZ ZAMORA

ASESOR : Ing. GUILLERMO IDROGO VÁSQUEZ

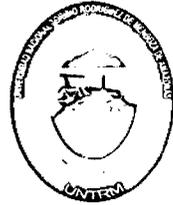
COASESOR : Ing. JHEINER VÁSQUEZ GARCÍA

AMAZONAS – PERÚ

2016



UNIVERSIDAD NACIONAL



TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS

FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA

TESIS

**INFLUENCIA DE LA SOMBRA Y LA FERTILIZACIÓN EN LA
DENSIDAD POBLACIONAL DE *Meloidogyne* spp. EN *Coffea arabica*
VARIEDAD CATIMOR EN EL ANEXO DE SUYUBAMBA- BONGARÁ,
2015**

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR : Bach. JUDITH JANETH RUIZ ZAMORA

ASESOR : Ing. GUILLERMO IDROGO VÁSQUEZ

COASESORES : Ing. JHEINER VÁSQUEZ GARCÍA

AMAZONAS – PERÚ

2016

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, por brindarme sabiduría y entusiasmo para culminar mi carrera universitaria.

Así mismo dedico este trabajo a mis padres y hermanos por sus consejos, esfuerzo y sacrificio; ya que ellos son fuente de motivación para seguir adelante. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios y mi coraje para lograr mis objetivos.

A la Mblga. Mg.Sc. Nora Yessenia Vera Obando, por su disposición y apoyo en el desarrollo y elaboración de mi informe de tesis.

AGRADECIMIENTO

Al asesor, co-asesor por brindarme sus conocimientos y depositar su confianza en mi persona para la ejecución y el desarrollo del presente trabajo, ya que una vez fue un sueño, hoy una realidad.

A la señora Candelaria Maslucán Huamán por permitir que la investigación se realice en su parcela de café en el anexo de Suyubamba.

Al Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva (INDES-CES) de la UNTRM-A, especialmente al Proyecto PROFITEN por haber financiado este trabajo de tesis y al Laboratorio de Investigación en Suelos y Aguas (LABISAG), por proporcionar sus ambientes, equipos y materiales.

Y a ti, querido lector por tu tiempo para leer la tesis que con mucho amor y sacrificio se ha llevado a cabo.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE
MENDOZA DE AMAZONAS**

Ph.D. Jorge Luis Maicelo Quintana

Rector

Dr. Oscar Andrés Gamarra Torres

Vicerrector Académico

Dra. María Nelly Luján Espinoza

Vicerrectora de Investigación

Ing. Ms. Efraín Manuelito Castro Alayo

Decano de la Facultad

De Ingeniería y Ciencias Agrarias

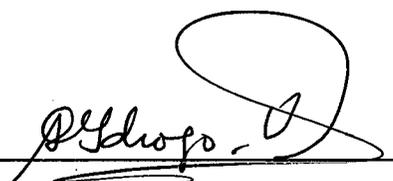
VISTO BUENO DEL ASESOR

El docente de la UNTRM-A que suscribe, hace constar que ha asesorado la tesis titulada Influencia de la sombra y la fertilización en la densidad poblacional de *Meloidogyne* spp. en *Coffea arabica* variedad Catimor en el anexo de Suyubamba-Bongará, 2015; del Bachiller en Ingeniería Agrónoma egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma de la UNTRM-A.

✓ **Bach. Judith Janeth Ruiz Zamora.**

El docente de la UNTRM-A que suscribe da su Visto Bueno para que la Tesis mencionada sea presentada al Jurado Evaluador, manifestando su voluntad de apoyar a la tesista en el levantamiento de observaciones y en el Acto de sustentación de Tesis.

Chachapoyas, 21 de Junio del 2016.



Ing. Guillermo Idrogo Vásquez

Docente asociado a tiempo completo de la UNTRM

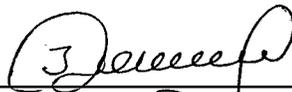
VISTO BUENO DEL CO-ASESOR

El docente de la UNTRM-A que suscribe, hace constar que ha co-asesorado la tesis titulada Influencia de la sombra y la fertilización en la densidad poblacional de *Meloidogyne spp.* en *Coffea arabica* variedad Catimor en el anexo de Suyubamba- Bongará, 2015; del Bachiller en Ingeniería Agrónoma egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma de la UNTRM-A.

✓ **Bach. Judith Janeth Ruiz Zamora.**

El docente de la UNTRM-A que suscribe da su Visto Bueno para que la Tesis mencionada sea presentada al Jurado Evaluador, manifestando su voluntad de apoyar a la tesista en el levantamiento de observaciones y en el Acto de sustentación de Tesis.

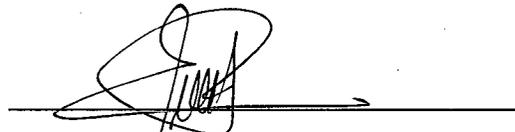
Chachapoyas, 21 de Junio del 2016.



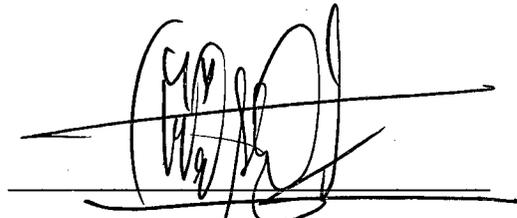
Ing. Jheiner Vásquez García

Docente Auxiliar a Tiempo a Completo.

JURADO DE TESIS



Ing. Lizette Daniana Méndez Fasabi
PRESIDENTE



Ing. Meregildo Silva Ramírez
SECRETARIO



Ing. Segundo Víctor Olivares Muños
VOCAL

COPIA DE ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS



UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS

FACULTAD DE: INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS

ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Chachapoyas, el día 13 de Junio del año 2016, siendo las 16:00 horas, se reunieron los integrantes del Jurado conformado por:

Presidente: Ing. Lizette Daniana Méndez Fasabi

Secretario: Ing. Heriberto Silva Ramirez

Vocal: Ing. Segundo Víctor Olivares Muñoz

para evaluar la sustentación del informe de Tesis presentando por el(la) bachiller,

don(ña) Judith Janeth Ruiz Zamora

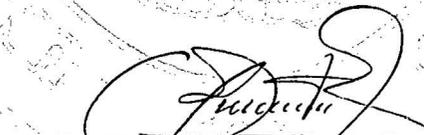
titulado Influencia de la sombra y la fertilización en la densidad poblacional de Meloidogyne spp. en Coffea arabica variedad catimor en el anexo de Suyubamba - Bongará, 2015

Después de la Sustentación respectiva el Jurado acuerda la **APROBACIÓN (X)**, **DESAPROBACIÓN ()** por mayoría () por unanimidad (X), en consecuencia, el (la) aspirante puede proseguir con el trámite subsiguiente de acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos de la UNTRM-A.

Siendo las 5:25 pm horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación del informe de Tesis.


SECRETARIO


PRESIDENTE


VOCAL



ÍNDICE

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	v
VISTO BUENO DEL ASESOR	vi
VISTO BUENO DEL CO-ASESOR.....	vii
JURADO DE TESIS	viii
COPIA DE ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS	ix
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS	2
2.1. Objetivo principal.....	2
2.2. Objetivos específicos.....	2
III. MARCO TEÓRICO	3
3.1. EFECTO DE LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS DEL CULTIVO DE CAFÉ SOBRE POBLACIONES DE <i>Meloidogyne</i> spp.	3
3.2. CULTIVO DE CAFÉ.....	4
3.2.1. Origen del Café.....	4
3.2.2. Clasificación taxonómica del café	4
3.2.3. Variedades.....	4
3.3. PRODUCCION DE CAFÉ	5
3.4. FERTILIZACIÓN.....	6
3.4.1. Fertilización orgánica	8
3.4.2. Fertilización química.....	9
3.5. SISTEMAS DE MANEJO DE CAFETALES	10
3.5.1. Sistema tecnificado (sin sombra y fertilización química)	10
3.5.2. Sistema tradicional (con sombra y sin fertilización).....	10
3.5.3. Sistemas de producción orgánica (con sombra y fertilización orgánica).....	11
3.6. PLAGAS Y ENFERMEDADES DE CAFÉ.....	11

3.6.1.	Nematodos fitoparásitos	12
3.6.1.1.	Clasificación de acuerdo a la relación parasítica	12
3.6.1.2.	Clasificación taxonómica	12
3.6.1.3.	Géneros de nematodos fitoparásitos en el cultivo del café.....	12
3.6.1.4.	Métodos de Extracción de <i>Meloidogyne</i> spp.	15
IV.	MATERIAL Y MÉTODOS.....	16
4.1.	Diseño de contrastación de la hipótesis.	16
4.2.	Población y muestra.	16
4.3.	Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos	16
4.4.	Análisis de los datos	22
V.	RESULTADOS.....	25
5.1.	Población promedio de <i>Meloidogyne</i> spp. (suelo más raíz)	26
5.2.	Variación de la densidad poblacional de <i>Meloidogyne</i> spp. (suelo más raíz).....	27
5.3.	Tasa de multiplicación de <i>Meloidogyne</i> spp. (suelo más raíz)	28
VI.	DISCUSIÓN.....	30
VII.	CONCLUSIONES.....	33
VIII.	RECOMENDACIONES.....	34
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35
	ANEXOS	38
1.1.	Anexo 1: Sección fotográfica	39
1.2.	Anexo 2. Sección tablas	47

RESUMEN

En la investigación se evaluó la influencia de la sombra y la fertilización en la densidad poblacional de *Meloidogyne* spp. en *Coffea arabica* variedad Catimor en el anexo de Suyubamba- Bongará. El diseño experimental utilizado fue un modelo experimento factorial 2A3B en diseño en bloques completamente al azar, con 6 tratamientos y 4 repeticiones por tratamiento. Se realizaron 8 muestreos cada 30 días, que consistieron en la toma de muestras de suelo y raíces. Los 6 tratamientos consistieron en: T1: parcela sin sombra y sin fertilización (SSSF); T2: parcela sin sombra y con fertilización orgánica (SSCO), T3: parcela sin sombra y con fertilización química (SSFQ), T4: parcela con sombra y sin fertilización (CSSF), T5: parcela con sombra y con fertilización orgánica (CSFO), T6: parcela con sombra y con fertilización química (CSFQ). Las plantas de café tuvieron un distanciamiento de 1.4x1.8m y los árboles de sombra de 3x3m. En cada unidad de estudio (24 en total) se tomó una muestra representada por tres plantas de muestreo, siendo muestreadas en total 72 plantas de café. Cada muestra fue homogenizada para luego tomar dos submuestras de 50 cc. de suelo y dos de 5 g de peso fresco de raíz para ser procesadas por el método de Baerman Modificado en Bandeja. Los resultados con relación a las poblaciones de *Meloidogyne* spp, registradas durante el estudio nos mostraron, que las altas poblaciones se registraron en el cuarto muestreo, existiendo diferencias estadísticas significativas en los tratamientos y bloques, las poblaciones más altas fueron registradas en los tratamientos T2: Sin Sombra y Fertilización Orgánica (SSFO), obteniendo 525 individuos; y las poblaciones más bajas fueron registradas en el tratamiento T6: Con Sombra y Fertilización Química (CSFQ), obteniendo 114 individuos.

Palabras claves: Influencia, sombra, fertilización, densidad, poblacional, *Meloidogyne* spp

ABSTRACT

In researching the influence of the shade and fertilization in the population density of *Meloidogyne spp* was evaluated. *Coffea arabica* variety Catimor in the Annex to Suyubamba-Bongará. The experimental design was a factorial experiment design model 2A3B in randomized complete block design with 6 treatments and 4 replicates per treatment. Sampling was conducted 8 times every 30 days, it consisted on sampling soil and root. The 6 treatments were: T1: unshaded plot without fertilization (SSSF); T2: parcel no shade and organic fertilization (SSCO), T3: plot unshaded and chemical fertilization (SSFQ), T4: plot with shade and without fertilization (CSSF), T5: plot with shade and organic fertilization (CSFO), T6: plot shaded and chemical fertilization (CSFQ). Coffee plants had a distance of 1.4x1.8m and shade trees 3x3m. In each unit of study (24 in total) a sample represented by three trees was taken, being sampled 72 coffee plants. Each sample was homogenized, then took two subsamples of 50 cc. of soil and 5 g of fresh weight of root to be processed by the method of Baerman Modified Tray. The results in relation to populations of *Meloidogyne spp*, recorded during the study showed us that high populations were recorded in the fourth sampling; there statistically significant differences in the treatments and blocks, the highest populations were recorded in the T2 treatments: without Shadow and Organic Fertilization (SSFO), obtaining 525 individuals; and the lowest populations were recorded in the treatment T6: With Shadow Fertilisation and Chemistry (CSFQ), obtaining 114 individuals.

Keywords: Influence, shadow, fertilization, density, population, *Meloidogyne spp*

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo del café (*Coffea arabica*) en nuestro país es uno de los más importantes tanto para consumo nacional como para exportación. El café en el Perú es un cultivo de gran importancia económica y social; es así que en el año 2015 el Perú estuvo como el segundo productor y exportador mundial de café orgánico detrás de México, lo que ha permitido conquistar casi 50 países a nivel mundial que adquieren nuestro producto (Minagri, 2015).

La superficie sembrada es aproximadamente de 300,000 hectáreas, de la que dependen directa e indirectamente dos millones de peruanos (Stirling, 1991). La región Amazonas cuenta con 42,744 hectáreas dedicadas al cultivo del café y produce café orgánico que cuenta con una calidad reconocida a nivel nacional (Junta Nacional del Café, 2014).

Sin embargo, el café es afectado por problemas tales como fertilidad del suelo, edad de la plantación y plagas; donde el desarrollo normal es restringido también por nematodos fitoparásitos como *Meloidogyne* spp, los cuales constituyen una plaga de mucha importancia para el cultivo del café, ya que afectan principalmente el sistema radicular (Herrera, 1995).

Considerando el escaso nivel tecnológico de la mayoría de productores de café, se puede esperar que las pérdidas en el Perú sean considerables, en el orden de un quinto a un tercio de la producción (Stirling, 1991).

La detección de altos niveles de infestación de nematodos, en zonas cafetaleras de Bongará, es motivo de preocupación, debido a su difícil control, lo cual se suma a otros problemas fitosanitarios existentes como roya y broca (Guevara, 2015).

Debido a las pérdidas que causan los nematodos, se realizó el presente trabajo para evaluar la influencia de la sombra y la fertilización en la densidad poblacional de *Meloidogyne* spp. en *Coffea arabica* variedad Catimor en el anexo de Suyubamba-Bongará.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo principal

- Evaluar la influencia de la sombra y fertilización en la densidad poblacional de *Meloidogyne* spp. en *Coffea arabica* Variedad Catimor en el anexo de Suyubamba - Bongará. Amazonas, 2015

2.2. Objetivos específicos

- Determinar la población de *Meloidogyne* spp., cada 30 días durante 08 evaluaciones en los tratamientos establecidos.
- Determinar en el tiempo la variación de la densidad poblacional de *Meloidogyne* spp. en el cultivo de café, bajo los tratamientos establecidos.
- Determinar la tasa de multiplicación de *Meloidogyne* spp., a partir de la población inicial del *Meloidogyne* spp. hasta la población final al octavo mes de evaluación, en cada uno de los tratamientos estudiados.
- Determinar el efecto de los tratamientos evaluados en la densidad poblacional de *Meloidogyne* spp.

III. MARCO TEÓRICO

3.1. EFECTO DE LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS DEL CULTIVO DE CAFÉ SOBRE POBLACIONES DE *Meloidogyne* spp.

Estudios realizados sobre la evaluación del comportamiento poblacional de nematodos fitoparásitos asociados a diferentes sistemas de manejo de café en el municipio de Masatepe, departamento de Masaya, Nicaragua, 2007-2008; donde, los resultados indicaron que el tratamiento Alto Convencional Leguminoso registró las poblaciones más altas de *Meloidogyne* y el Orgánico Extensivo Maderable las más bajas. Las poblaciones de *Pratylenchus* se registraron incrementadas en el tratamiento pleno sol y bajas en Orgánico Extensivo Maderable (Urbina & Matus, 2009).

Estudios realizados sobre la nematofauna asociada al cultivo de café (*Coffea arabica*) orgánico y convencional en Aserri, Costa Rica; donde, obtuvo un total de 2008 nematodos fitoparásitos con 7 géneros diferentes y un total de 864 nematodos de vida libre. La abundancia de nematodos fue mayor en el sistema orgánico que en el convencional. En cuanto a grupos tróficos, en el sistema orgánico se encontró un 82,6% de nematodos fitoparásitos y un 17,4% de nematodos de vida libre. En el sistema convencional 49,8% de nematodos fitoparásitos y 50,2% de nematodos de vida libre. De acuerdo con índice de Shannon y Wiener en la finca orgánica hay más biodiversidad de nematodos (1,58) que en la finca convencional (1,34). El índice de Simpson fue de 0,75 para la finca orgánica y 0,67 para la finca convencional. Es evidente una mayor dominancia de especies en la finca orgánica quizás debido a prácticas de manejo y a la no utilización de productos químicos que afectan directamente la fauna edáfica (Peraza, 2010).

Estudios realizados sobre; poblaciones de nematodos fitoparásitos (*Meloidogyne* spp. y *Pratylenchus* sp.) en plantaciones mixtas de café y musáceas.; donde, se encontraron ambos géneros de nematodos en las tres localidades estudiadas. No se encontró que las plantas de musácea influyan significativamente en las poblaciones de los dos géneros de nematodos en la rizósfera de las plantas de café. Se determinó que el muestreo de suelo no es representativo de las poblaciones de estos dos géneros para realizar diagnósticos (Morales, 2001).

Estudios realizados sobre el efecto de la sombra y la fertilización sobre las principales plagas del café var. “Catimor” en Villa Rica, Pasco, Perú; donde, la sombra aumentó ligeramente la población de nematodos parásitos de plantas, también tuvo un efecto positivo sobre la incidencia del “ojo de gallo” (*Mycena citricolor*) y el nivel de infestación de la “broca” (*Hypothenemus hampei*). La fertilización aumentó la población de nematodos parásitos de plantas, la incidencia de *Mycena citricolor* y *Cercospora coffeicola*; lo mismo ocurrió con *H. hampei* (Julca, et al., 2007).

3.2. CULTIVO DE CAFÉ

Los cafetos son arbustos de las regiones tropicales del género *Coffea*, de la familia de las rubiáceas. Dos son las especies la Arábica y *Canephora* que se utilizan para la preparación de la bebida, aunque también se han probado otras especies del género *Coffea* con gran éxito y difusión; las cuatro principales especies comercializadas son *C. arabica* L. (café arábico), *C. canephora* (café robusta), *C. liberica* (café liberiano) y *C. excelsa* (café excelso) (Cuba, 2010).

3.2.1. Origen del Café

El lugar de origen del café Arábico es Etiopía, país donde se inició su cultivo (Bertrand, 1995), una evidencia que corrobora esta hipótesis es que en las áreas montañosas de este país y áreas vecinas de Sudán actualmente el café Arábico crece en forma silvestre sobre los 1500 msnm (León, 2000).

3.2.2. Clasificación taxonómica del café

- ✓ **Clase:** Dicotiledónea Angiospermas
- ✓ **Orden:** Rubiales
- ✓ **Familia:** Rubiácea
- ✓ **Género:** *Coffea*
- ✓ **Especie:** Arabica, Canephora, Liberica, Exelsa
- ✓ **Nombre científico:** *Coffea arabica*, *Coffea canephora*.

3.2.3. Variedades

- **Variedades nacionales**

El café se desarrolla con relativa facilidad desde los 600 hasta los 1,800 metros sobre el nivel del mar en casi todas las regiones geográficas del Perú. Sin embargo, más del 75% de los cafetales está sobre los 1,000 m.s.n.m (León, 2000).

Los cafés del Perú son de la especie *Coffea arabica*, que se comercializa bajo la categoría “Otros Suaves”. Las variedades que se cultivan son principalmente **Típica, Caturra, Catimor, Pache, Catuai y Borbón.**

3.3. PRODUCCION DE CAFÉ

Durante la última década la producción de café ha mostrado una tendencia creciente, en el año 2002 la producción de café fue de 3.8 millones de quintales, mientras que para el año 2012 se estimó en aproximadamente 5.8 millones de quintales, representando un crecimiento en ese periodo de 52% (Minag, 2012).

Tabla 1: Producción y rendimiento (kg/ha) de café en los principales departamentos productores del país 1999-2010

Región	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Junín	648	656	678	779	799	788	736	800	754	696	693	760
Cajamarca	694	769	751	723	747	787	860	922	885	906	920	946
San Martín	910	929	905	947	952	935	945	934	941	930	939	942
Amazonas	648	656	678	779	799	788	736	800	754	696	716	784
Cusco	483	540	627	716	543	740	467	817	392	623	349	414
Resto del País*	569	591	558	735	708	722	746	800	715	689	781	731
Promedio Nacional*	659	690	700	780	758	793	748	846	740	757	733	763

Fuente: (Minag, 2012)

Tabla 2: Rendimiento del café por hectárea (qq/ha) en los principales departamentos productores del País 1999-2010

Años	2006	2007	2008	2009	2010
TOTAL NACIONAL	18.5	15.2	17.8	15.5	16.5
UCAYALI	21.1	21.2	23.5	29.7	32.6
LA LIBERTAD	18.3	16.3	18.1	20.2	20.6
CAJAMARCA	20.0	19.2	19.7	20.0	20.6
SAN MARTIN	20.3	20.5	20.2	20.4	20.5
PASCO	18.7	15.2	22.3	16.2	18.9
HUANCAVELICA	8.7	6.5	10.3	14.1	17.4
AMAZONAS	17.4	16.4	15.1	15.6	17.0
JUNIN	18.9	14.2	20.6	15.1	16.5
M. DE DIOS	14.4	15.3	15.2	15.0	15.1
LAMBAYEQUE	11.8	10.7	13.7	10.2	15.1
AYACUCHO	15.1	14.8	14.8	14.7	14.8
PUNO	19.0	14.6	14.4	15.0	14.3
HUANUCO	10.5	10.5	11.1	11.0	10.9
CUZCO	17.8	8.5	13.5	7.6	9.0
LORETO	30.5	28.3	27.6	31.2	7.8
PIURA	8.1	6.9	8.8	9.3	7.2
APURIMAC	32.6	26.1	--	--	--

Fuente: (Minag, 2012)

3.4. FERTILIZACIÓN

Un fertilizante es cualquier material que suministra a las plantas uno o más nutrientes necesarios para su desarrollo y producción. El agricultor puede darle a la planta los nutrientes necesarios utilizando abonos orgánicos o químicos (Malavolta, 1992).

- **Balance Nutricional**

Para que toda planta pueda desarrollarse normalmente requiere de un suministro constante y balanceado de nutrientes. Tan pronto la carencia de uno o varios elementos nutritivos está en pocas cantidades o bajas concentraciones en el medio donde éstas crecen se manifiestan las deficiencias. Cuando esto ocurre el crecimiento y desarrollo normal de las plantas es anormal (Valencia, 1998).

Algunos de los síntomas más comunes son la clorosis, deformación y tamaño de las hojas, defoliación, pobre crecimiento, necrosis y muerte regresiva. Arbustos de café en estado nutricional pobre reducen significativamente su producción y rendimientos (Valencia, 1998).

- **Requerimientos Nutricionales en el Cafeto**

El nivel de extracción es el conjunto de nutrientes que luego de ser tomados por la planta, no retornan al suelo en el ciclo del cultivo; es decir, comprende todos los nutrientes utilizados en su crecimiento (aumento de Biomasa), y los que son retirados del cultivo, en la cosecha de cada tonelada de frutos (Sánchez, 2012).

Tabla 3: Niveles de extracción de elementos minerales en cultivo de café kg/ha

EXTRACCION DE ELEMENTOS MINERALES EN Kg/Ha						
Partes de la planta	N	P	K	Ca	Mg	S
Tallo y raíz	15	2	25	9	2	2
Ramas	14	2	20	6	3	1
Follaje	53	11	45	18	7	3
Frutos maduros	30	3	35	3	3	3
TOTALES	112	18	125	36	15	9

Fuente: (Sánchez, 2012)

Tabla 4: Extracción de nutrientes según rendimiento del cultivo de café (qq/ha)

NUTRIENTES (KG)	QUINTALES DE CAFÉ (qq/ha)					
	10	20	30	40	50	60
N	56	112	168	224	280	336
P	9	18	27	36	45	54
K	63	125	188	250	313	376
Cu	1	1.5	1.8	2.1	2.3	2.4
Fe	2	3	4	5	6	7
Zn	1	1.5	1.8	2.1	2.3	2.4
Mg	1	1.5	1.8	2.1	2.3	2.4
B	10	20	30	40	50	60

Fuente: (Sánchez, 2012)

3.4.1. Fertilización orgánica

Uno de los principios básicos de la agricultura orgánica es ser un sistema orientado a fomentar y mejorar la salud del agro-ecosistema, la biodiversidad y los ciclos biológicos del suelo. Para esto, se hace necesario implementar actividades que nos conduzcan a estos fines, que conlleven la restitución de elementos minerales y vivos (microorganismos, bacterias benéficas y hongos) y mantener la vitalidad del suelo donde se desarrollan las plantas (Sánchez, 2012).

Tabla 5: Recomendaciones de abonamiento en un manejo orgánico utilizando guano de isla.

Primer abonamiento (2 a 3 meses antes de la floración)						
Abonos	10QQ	20QQ	30QQ	40QQ	50QQ	60QQ
Guano de Isla	93kg	186kg	279kg	372kg	465kg	559kg
Segundo abonamiento (inicio del llenado del grano)						
Abonos	10QQ	20QQ	30QQ	40QQ	50QQ	60QQ
Guano de Isla	93kg	186kg	279kg	372kg	465kg	559kg
Tercer abonamiento (final del llenado del grano)						
Abonos	10QQ	20QQ	30QQ	40QQ	50QQ	60QQ
Guano de Isla	93kg	186kg	279kg	372kg	465kg	559kg

Fuente: (Sánchez, 2012)

• Guano de isla

El Guano de las Islas es un fertilizante natural completo, ideal para el buen crecimiento, desarrollo y producción del cultivo. Contiene macro-nutrientes como el Nitrógeno, Fósforo y Potasio en cantidades de 10-14, 10-12, 2 a 3 % respectivamente. Elementos secundarios como el Calcio, Magnesio y Azufre, con un contenido promedio de 8, 0.5 y 1.5 % respectivamente. También contiene microelementos como el Hierro, Zinc, Cobre, Manganeso, Boro y Molibdeno en cantidades de 20 a 320 ppm (partes por millón) (Sánchez, 2012).

Según (Sánchez, 2012):

- ✓ Es un fertilizante natural y completo.
- ✓ Es un producto ecológico.
- ✓ Es biodegradable. El Guano de las Islas completa su proceso de mineralización en el suelo, transformándose parte en humus y otra se mineraliza, liberando nutrientes a través de un proceso microbiológico.
- ✓ Mejora las condiciones físico-químicas y microbiológicas del suelo. Aporta flora microbiana y materia orgánica mejorando la actividad microbiológica del suelo.
- ✓ Es soluble en agua. De fácil asimilación por las plantas (fracción mineralizada).
- ✓ Tiene propiedades de sinergismo.

3.4.2. Fertilización química

Los fertilizantes químicos son fabricados por empresas productoras de abonos y se distribuyen en el comercio. Estos fertilizantes tienen diferente contenido de nutrimentos y se identifican con números que aparecen en el empaque. Los tres primeros números representan las cantidades de Nitrógeno, Fósforo y Potasio que tiene el fertilizante y son los principales elementos que necesitan las plantas. Algunas veces aparece un cuarto número que representa la cantidad de otros nutrimentos que tiene el fertilizante (Carvajal, 1984).

Cuando el fertilizante químico contiene un solo nutrimento se conoce como fertilizante simple, son los casos de la urea de fórmula 46-0-0; y del sulfato de amonio, de fórmula 21-0-0, que sólo contiene Nitrógeno. También el del cloruro de potasio de fórmula 0-0-60, que sólo contiene potasio (Carvajal, 1984).

Cuando el fertilizante químico tiene más de un nutrimento se conoce como FERTILIZANTE COMPUESTO y son los casos del 17-6-18-2, del 15-15-15 que contienen Nitrógeno, Fósforo y Potasio o del DAP (18-46-0) que contiene Nitrógeno y Fósforo (Carvajal, 1984).

3.5. SISTEMAS DE MANEJO DE CAFETALES

3.5.1. Sistema tecnificado (sin sombra y fertilización química)

Las plantaciones de café sin sombra se caracterizan usualmente por una mala protección del suelo, baja restitución de la materia orgánica, bajo reciclaje de nutrimentos, lo cual lleva a los agricultores a depender de los fertilizantes sintéticos e insumos químicos. La situación anterior da como resultado un medio poco favorable para el crecimiento de las raíces debido a la compactación del suelo. Posiblemente el desarrollo de estas condiciones edáficas desfavorables incrementa la incidencia de plagas (nematodos) y enfermedades que atacan el sistema radical del café (Bertrand, 1995).

Las plagas y enfermedades del café en plena exposición solar suelen ser muy severas, particularmente si la fertilización es deficiente o excesiva. Se sospecha que el uso de herbicidas contribuye al aumento de los problemas causados por nematodos (Fernandez & Muschler, 1999).

Otro efecto de la reducción de la sombra es que se disminuye la materia orgánica del suelo (SOM). Esto, a su vez, ha sido vinculado con el aumento de los daños de nematodos los que pueden ser especialmente acentuados en las raíces más pequeñas y menos vigorosas de los sistemas de café (Villain, *et al.*, 1999).

3.5.2. Sistema tradicional (con sombra y sin fertilización)

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

Los árboles de sombra y los cultivos de cobertura pueden incrementar el vigor del café y por lo tanto disminuir su susceptibilidad a las plagas, tales como nematodos y a las enfermedades como la roya de la hoja del café (Avelino, *et al.*, 1997).

Errores en la elección de la especie que se usa para brindar el sombrío pueden resultar en efectos negativos, como se observa con *Inga sp.*, que puede ser hospedera alternativa para nemátodos que afectan los cafetales (Avelino, *et al.*, 1997).

3.5.3. Sistemas de producción orgánica (con sombra y fertilización orgánica)

Los sistemas de producción orgánica de café, se basan en la conservación y 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 (Figuroa & Fischersworing, 1996).

El manejo de enfermedades se fundamenta en el estímulo, la defensa y utilización de los enemigos naturales. Como en el uso de prácticas apropiadas del cultivo, variedades resistentes, fertilización balanceada y el uso de sombra, entre otras (Figuroa & Fischersworing, 1996).

En este enfoque se consideran el uso de cultivares resistentes, rotación de cultivos, policultivos, manejo de fechas de siembra y cosecha, uso de enmiendas orgánicas, coberturas, cultivos trampa, barbechos, inundaciones solarización (Luc, Sicara, & Bridee, 1990).

3.6. PLAGAS Y ENFERMEDADES DE CAFÉ

La producción de café está limitada por plagas y enfermedades tales como: Minador de la hoja del cafeto (*Leucoptera coffeella*), Broca del café (*Hypothenemus hampei*), Roya (*Hemileia Vastatrix*), Mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*), Antracnosis (*Colletotrichum* spp.), Nematodos: (*Meloidogyne* spp, *Pratylenchus* spp); estos últimos constituyen una plaga de mucha importancia para el cultivo del café, ya que afectan principalmente el sistema radicular (Herrera, 1995).

3.6.1. Nematodos fitoparásitos

3.6.1.1. Clasificación de acuerdo a la relación parasítica

Generalmente los nematodos fitoparásitos se clasifican en dos grandes grupos, de acuerdo al tipo de relación parasítica que exista en la planta. Los nematodos que atacan en la superficie o parte exterior de los tejidos de las plantas se denominan ectoparásitos y los que atacan los tejidos internos se conocen como endoparásitos; a veces se incluyen otras categorías adicionales de manera que si el nematodo deja parte de su cuerpo fuera se le denomina semi-endoparásito, si atacan un solo lugar se le conoce como sedentario y si migra de un lugar a otro se le llama migratorio (Agrios, 2007).

3.6.1.2. Clasificación taxonómica

Los nematodos fitoparásitos pertenecen al filo Nematoda. La mayoría de los géneros parasitarios importantes pertenecen al orden *Tylenchida*, pero algunos pertenecen al orden *Dorylaimida*; a continuación se presenta la clasificación para el género *Meloidogyne* (Agrios, 2007):

- Phylum: Nematoda
- Orden: Tylenchida
- Suborden: Tylenchina
- Superfamilia: Tylenchoidea
- Familia: *Heteroderidae*
- Géneros: *Meloidogyne*, nemátodo formador de nódulos de la raíz.

3.6.1.3. Géneros de nematodos fitoparásitos en el cultivo del café.

Los principales géneros de nematodos fitoparásitos del café, son *Meloidogyne* spp, *Pratylenchus* spp (Hernández, 1997).

- **Nematodo nodulador (*Meloidogyne* spp.)**

Según (Cepeda, 1996):

- **Características generales**

- a) Presenta estilete y nódulos medianos visibles al microscopio.
- b) El bulbo medio es redondo.
- c) El istmo es muy corto.
- d) La hembra adula es globosa.
- e) La cutícula de la hembra es finamente estriada, cuyo modelo en la región perineal es característico y permite diferenciar a las especies.

f) El tamaño aproximado es: estado juvenil hembra 500 micras y en estado adulto globosa 700 micras de largo por 400 micras de ancho y el macho en estado adulto mide 1400 micras de largo y 30 micras de ancho.

g) El macho es filiforme aunque en los estados iniciales de su desarrollo es ligeramente engrosado

h) El macho presenta la espícula muy cerca de la parte terminal de la cola.

- **Parasitismo**

Los nematodos noduladores de raíces son endoparásitos sedentarios obligados de las plantas hospedantes. La infección solo ocurre en juvenil 2 estado infectivo, penetra en las raíces u otras partes subterráneas de una planta, el nematodo se considera en esta etapa como ecto o endoparásito migratorio. El género incita el desarrollo de células gigantes de las que se pueda alimentarse y desarrollarse, hasta convertirse en hembras adultas que producen huevos. En las raíces su desarrollo y reproducción son determinados por su capacidad para interactuar compatiblemente con el hospedante (Cepeda, 1996).

- **Ciclo biológico**

El ciclo de vida de todas las especies de *Meloidogyne* es esencialmente el mismo, sin embargo, algunos autores indican que el tipo de hospedante y condiciones ambientales como luminosidad, temperatura, altitud, pH, textura de suelo, etc., hacen que varíe el ciclo de vida de estos nematodos. El ciclo comienza a partir del huevo, ya sea libres en el suelo o embebidos en una matriz gelatinosa, que puede estar adherida a los tejidos de la raíz de la planta hospedante o a la hembra, la que produce de 500 a 1000 huevos (Cepeda, 1996).

➤ **Sintomatología**

Este género, además de causar la formación de células gigantes y nódulos provoca en raíces y tubérculos altamente infestados, necrosis, acortamiento y disminución de raíces laterales y escasos pelos radicales; al romperse los elementos vasculares en las agallas, se interrumpe en forma mecánica el flujo de agua y nutrientes. Fisiológicamente los ataques aumentan la producción de proteínas en las agallas y provocan un mal funcionamiento de los reguladores de crecimiento entre las raíces y el tallo. Estos cambios contribuyen a la reducción del crecimiento y desarrollo de las plantas (Cepeda, 1996).

La gravedad de los daños causados por *Meloidogyne* spp. varían con la especie de nematodo, la planta hospedante, las labores culturales, la época de siembra y el tipo de suelo. Del mismo modo, los umbrales económicos varían, dependiendo principalmente de estos mismos factores. Son mayormente prevalentes en regiones con temperaturas templadas y tropicales, las cuales favorecen también al cultivo hospedante (Cepeda, 1996).

La sintomatología de la parte aérea de las plantas infestadas con nematodos noduladores, es similar a aquellos causados por otros patógenos de la raíz y/o por condiciones ambientales que restringen el flujo de agua o de nutrientes (Cepeda, 1996).

En el vivero las plantas atacadas presentan una clorosis general y enanismo; en plantaciones establecidas los cafetos presentan un amarillamiento en las hojas y posteriormente sufren una defoliación (Urbina & Matus, 2009).

➤ **Hospedantes**

A nivel mundial, la gama de hospedantes comprende más de 2000 especies de plantas como *Inga sp.* (Cepeda, 1996).

➤ **Distribución geográfica**

Es el género más ampliamente distribuido, se encuentra en zonas tropicales, subtropicales, climas mediterráneos, etc., ésta característica, se debe a varios factores: capacidad de soportar condiciones adversas, rápida reproducción, efecto de transportarse en material vegetativo, implementos o maquinaria agrícola infestados (Cepeda, 1996).

3.6.1.4. Métodos de Extracción de *Meloidogyne* spp.

Método de Baermann modificado en bandeja

Este método utiliza principalmente una bandeja, malla y papel toalla o tisú. La muestra de suelo o raíces se coloca en el papel toalla o tisú y estos dentro del colador, luego el colador más la muestras se coloca dentro de la bandeja conteniendo agua, y se deja reposar por aproximadamente 48 horas, luego se retira lentamente el colador junto con la muestra, en seguida el agua más los sedimentos de la bandeja, se pasa por un tamiz de 500 mesh, en donde los nematodos quedan en el tamiz; seguidamente con la ayuda de una pizeta se los pasa hacia un placa Petri, quedando listo para ser visto en un estereoscopio o microscopio compuesto (Agrios, 2007).

IV. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1. Diseño de contrastación de la hipótesis.

Se utilizó el modelo experimento factorial 2A3B en diseño en bloques completamente al azar, donde se utilizó 6 tratamientos y 4 bloques; cada bloque estuvo constituido por 18 plantas experimentales de 4 años de edad cada planta.

4.2. Población y muestra.

- **Población.-** constituida por 72 plantas de café de la variedad Catimor de una finca, cultivadas bajo las condiciones de Suyubamba- Bongará, Amazonas, durante los meses de julio del 2015 y abril del 2016.

- **Muestra.-** Las muestras agrícolas propias de la comunidad estuvo constituidas por 3 plantas de café por unidad experimental.

Los puntos de muestreo estuvieron ubicados en los tres surcos centrales de cada parcela para evitar efectos del borde.

4.3. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos

Los métodos y procedimientos que se realizaron en este trabajo de investigación fueron:

- **Ubicación e instalación del experimento**

El experimento se instaló en el anexo de Suyubamba dentro de una finca productora de café que presenta alta población de *Meloidogyne* spp. y las condiciones climáticas fueron adecuadas desde julio del 2015-abril del 2016.

- **Preparación de parcela experimental**

Se realizó el reconocimiento del terreno de la finca de cultivo de café variedad Catimor, y se procedió a la delimitación y trazado de los bloques de acuerdo al diseño establecido en el presente trabajo de investigación. Posteriormente se realizó la identificación y etiquetado de plantas a evaluar, así como el establecimiento de las condiciones de sombra mediante podas en las unidades experimentales.

- **Tamaño del área de la parcela**

El área total del terreno tuvo una superficie de 1915 m², con una densidad de 3968 plantas por hectárea, donde se escogieron para evaluación 72 plantas de cultivo de café. Se establecieron los 4 bloques, cada uno conformado por 6 tratamientos con una distancia de separación entre bloques de 3.6m, los bloques abarcaron un área de 257.04 m² (23.8 X10.8 m) cada uno. (Figura 1).

La disposición de los bloques esta de derecha a izquierda empezando con el bloque 1 y los tratamientos se emplazaron al azar mediante sorteo. (Figura 2).

Los tratamientos fueron 6, los cuales estuvieron dados por la combinación de los factores sombra y fertilización a sus respectivos niveles; estableciéndose de la siguiente manera:

A: Factor sombra

- ✓ Con sombra
- ✓ Sin sombra

B. Factor fertilización

- ✓ Sin fertilización
- ✓ Fertilización orgánica
- ✓ Fertilización química

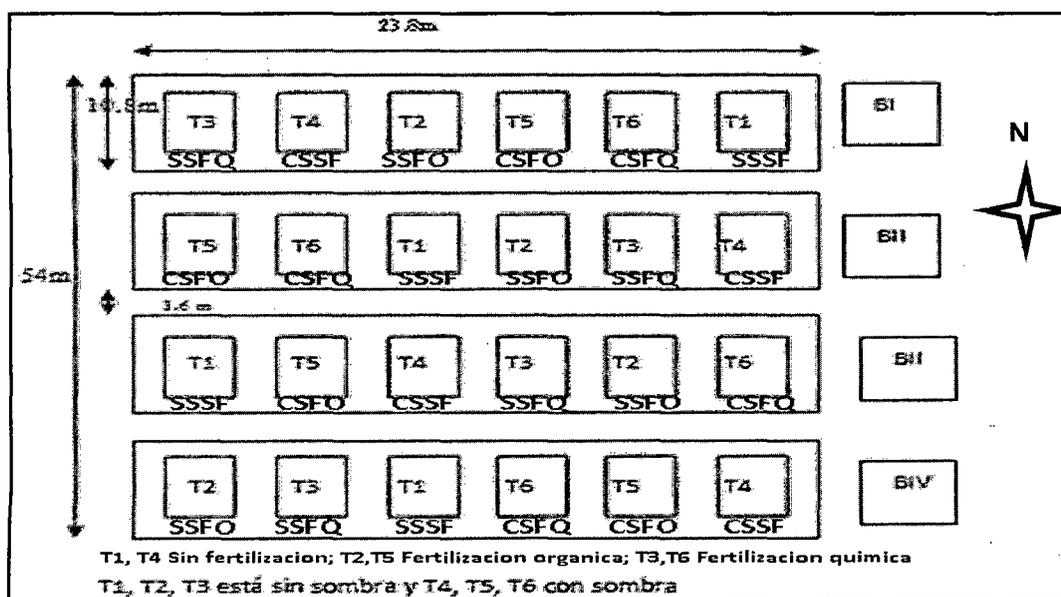


Figura 1: Croquis de la distribución de parcelas en el campo experimental

Tabla 6: Características del campo experimental de café en el anexo de Suyubamba.

Cultivo	Café
Variedad	Catimor
Diseño experimental	Experimento factorial 2A3B en diseño en bloques completamente al azar
Tratamientos	6
Bloques	4
Distanciamiento entre plantas	1.4 m
Distanciamiento entre surcos	1.8 m
N° de surcos/Bloque	7
Longitud de surco	23.8m
N° de plantas/surco	18
N° de plantas experimentales/surco	1
Largo de la parcela	72 m
Ancho de la parcela	26.6m
Area de la unidad experimental	20.16 m ²
Área total del ensayo	1915 m ²
Área efectiva del ensayo	1285 m ²
Distanciamiento entre unidad experimental	4.2m
Distanciamiento entre bloques	3.6 m
N° de plantas a evaluar/U. E.	3
Fecha que se instaló el experimento	17/07/2015

Fuente: Elaboración propia

El principio de la randomización es único en la experimentación moderna, la randomización de los elementos a experimentar es esencial para la validez del error experimental y reducir al mínimo del sesgo en los resultados. También es una condición necesaria para el cumplimiento de supuesto respecto a las probabilidades asociadas con afirmaciones fiduciarias y pruebas de hipótesis.

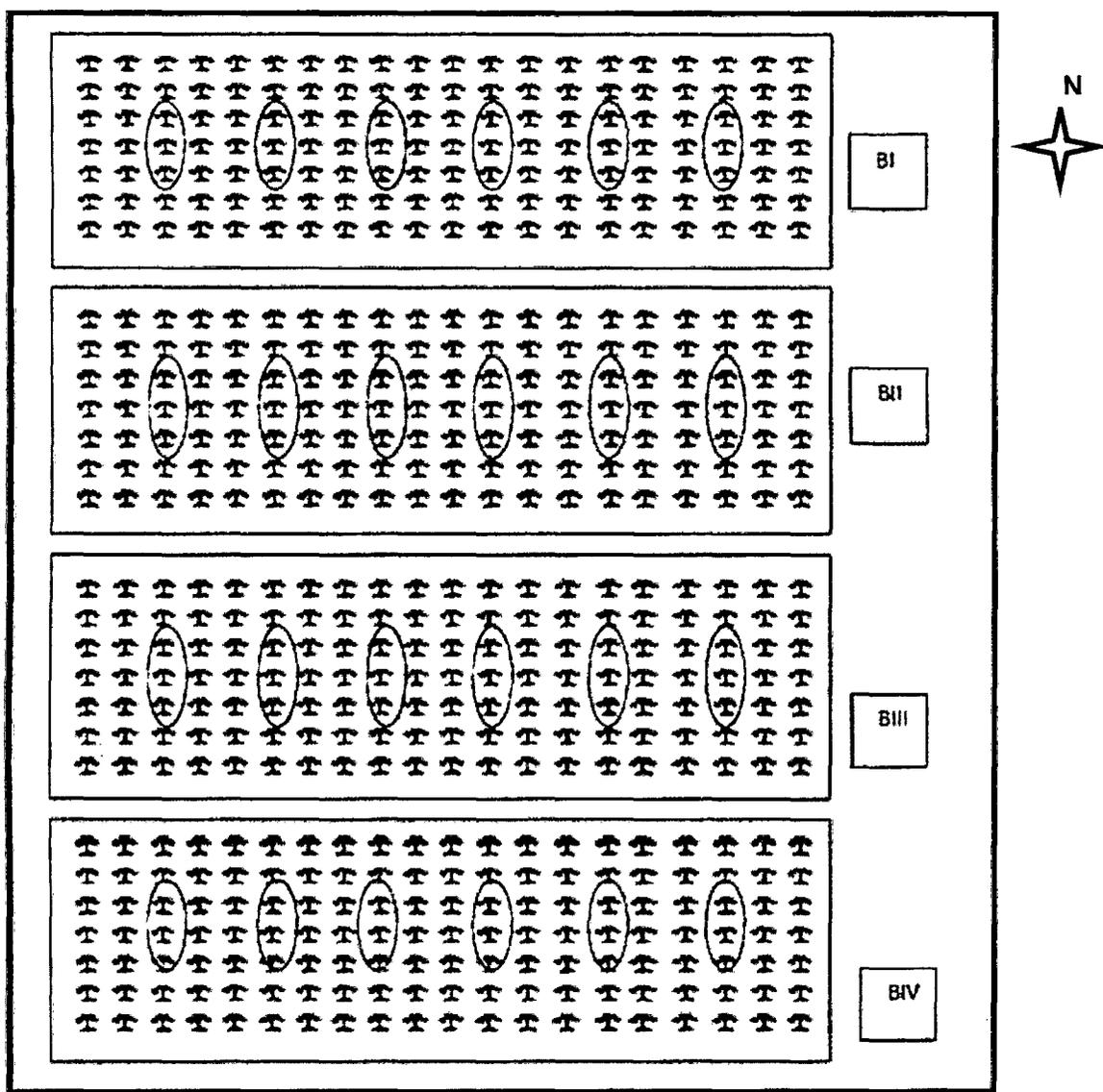


Figura 2: Distribución de las plantas en la parcela experimental de café en el anexo de Suyubamba.

- **Análisis de suelo.**

Se realizó el análisis de suelo de cada bloque de la parcela y de acuerdo a eso se incorporó la fertilización orgánica (guano de isla-0.42kg/planta que se aplicó a todos los bloques) y química (Úrea- 0.03kg/planta esto se aplicó al bloque I y para los tres bloques restantes se usó 0.02 kg/planta, aplicado en tres oportunidades cada 3 meses , Fosfato Di Amónico- 0.03 kg/planta se aplicó a todos los bloques en una sola vez al inicio de la fertilización y Cloruro de potasio- 0.009 kg/planta que se aplicó a todos los bloques y en tres oportunidades cada 3 meses). A su vez se tuvo tratamientos con sombra y sin sombra.

- **Muestreo de la población de *Meloidogyne* spp.**

Antes de instalar el experimento se realizó muestreos en la finca para conocer la población inicial de *Meloidogyne* spp. en café. Durante la ejecución de la investigación esta actividad se realizó mensualmente. Las poblaciones de *Meloidogyne* spp. estuvieron sujetas a constantes cambios; incrementan o disminuyen según las condiciones favorables del medio ambiente. Para detectar éstas variaciones se efectuó muestreos periódicos de *Meloidogyne* spp., generalmente una vez al mes de acuerdo a las condiciones climáticas.

- **Muestras para análisis nematológico.**

✓ Se realizó la extracción de muestras de suelo y raíces de un total de 18 plantas de cafetos por bloque, en cada tratamiento del bloque se evaluó 3 plantas (sub muestras); por lo tanto se obtuvo 6 muestras por tratamiento en cada bloque experimental.

✓ Con un muestreador o barreno se extrajo muestras de suelo a 30 cm del tronco del cafeto de cada planta (aproximadamente 10g de raíces y 100g de suelo); se homogenizaron y se tomó una muestra constituyendo así una sola muestra por tratamiento.

✓ Posteriormente, las muestras de suelo y las raíces se colocaron en bolsas plásticas debidamente rotuladas, para luego ser llevadas a laboratorio.

- **Extracción de *Meloidogyne* spp.**

El procesamiento de las muestras se realizó en el laboratorio de Entomología y Fitopatología (PROFITEN), del Instituto de Investigación Para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva (INDES-CES) de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza (UNTRM) de Amazonas. Se realizó la extracción de nematodos de las muestras de suelo y de raíces, mediante el método de Baermann Modificado en Bandeja. Se tomó 50 cc de suelo y 5 g de raíces; cada muestra fue procesada por duplicado y después de aproximadamente 48 horas de reposo fueron extraídos los sedimentos, para luego ser pasados por un tamiz de 500 *mesh*, colocados en placas de Petri y examinados con un microscopio estereoscópico. Para la identificación de *Meloidogyne* spp. se observó características morfológicas comparándolas con las descripciones señaladas en la literatura y claves taxonómicas (Cepeda, 1996).

- **Método de extracción de Baerman modificado en bandeja.**

Extracción de nematodos en el suelo

Los pasos para la extracción de nematodos de las muestras de suelo fueron los siguientes:

- ✓ **Homogenización:**

Se realizó la homogenización del suelo en una bandeja y separación de las raíces, luego la muestra se dividió en cuatro cuadrantes, tomando una proporción de suelo de cada cuadrante hasta completar 50cc, se tomaron muestras por duplicado. Luego, por separado, se colocó los 50cc de suelo sobre papel toalla, contenido dentro de un colador y una bandeja; en seguida se agregó agua a la bandeja hasta cubrir totalmente la muestra.

- ✓ **Sedimentación:**

Consistió en hacer reposar las muestras en las bandejas por un tiempo aproximado de de 48 horas.

- ✓ **Tamizado:**

Completadas las 48 horas, se retiró lentamente el colador con la malla junto con la muestra, quedando dentro de la bandeja el agua con los sedimentos. Éstos fueron pasados por un tamiz de 500 *mesh* y con la ayuda de una pizeta, se trasladó el contenido que quedó en el tamiz a una placa Petri.

✓ **Identificación y conteo:**

El contenido de la placa Petri se llevó a un microscopio estereoscópico, para poder determinar los nematodos correspondientes al género *Meloidogyne* y realizar el conteo respectivo.

• **Extracción de nematodos en las raíces**

Para la extracción de nematodos en las raíces se realizó lo siguiente:

✓ **Corte de raíces y homogenización:**

Con la ayuda de una tijera se cortó de manera transversal las raíces de café hasta aproximadamente 0.5 cm de longitud, luego se realizó la mezcla y homogenización.

En seguida por separado, se pesó 5 g de raíces cortadas de cada muestra y se colocó dentro del papel toalla, dentro de un colador y una bandeja; en seguida se agregó agua a la bandeja hasta cubrir la muestra.

✓ **Sedimentación:**

Consistió en hacer reposar las muestras contenidas en las bandejas por un tiempo aproximado de 48 horas.

✓ **Tamizado:**

Completadas las 48 horas, se retiró lentamente el colador con la malla junto con la muestra, luego el agua y los sedimentos que quedaron dentro de la bandeja, se pasaron por un tamiz de 500 mesh, luego con la ayuda de una pizeta, el contenido que quedó en el tamiz se recogió hacia una placa Petri.

✓ **Identificación y conteo:**

El contenido de la placa Petri se llevó a un microscopio estereoscópico, para poder determinar los nematodos correspondientes al género *Meloidogyne* y realizar el conteo respectivo.

4.4. Análisis de los datos

• **Cuantificación de nemátodos fitoparásitos.**

Se realizó el conteo de nematodos con ayuda del estereoscopio y microscopio.

- **Análisis estadístico de la información.**

Modelo Experimento factorial 2A3B en Diseño Completamente al Azar

Prueba de Friedman:

- ✓ Numero de bloques: 04
- ✓ Niveles de A: 02
- ✓ Niveles de B: 03
- ✓ Números de tratamientos: 06
- ✓ Número total de unidades experimentales: 24 parcelas
- ✓ Unidad experimental: una unidad experimental conformada por una parcela

de 03 plantas de café en un área de $5,6\text{m} \times 3,6 = 20,16\text{m}^2$

Dónde:

A: Factor sombra

- ✓ Con sombra
- ✓ Sin sombra

B. Factor fertilización

- ✓ Sin fertilización
- ✓ Fertilización orgánica
- ✓ Fertilización química

Es un Modelo experimento factorial 2A3B en Diseño en bloques completamente al azar; donde se aplicó la prueba de Friedman.

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + \beta_j + AB_{ij} + \alpha_k + \epsilon_{ijk}$$

Dónde:

$$A_i + \beta_j + AB_{ij} = t_i \text{ (tratamientos)}$$

α_k = bloques

Y_{ijk} = número de nemátodos por cada 50cc de suelo y por cada 5g de raíces

μ = Efecto de la media general

A_i = Efecto del i-nivel de aplicación de sombra.

β_j = Efecto del j-nivel de fertilización.

AB_{ij} = Interacción del efecto del i-nivel de aplicación de sombra y del j-nivel de fertilización.

α_k = números de bloques

ϵ_{ijk} = Efecto del error experimental con el i-esimo nivel de aplicación de sombra y el j-esimo nivel de fertilización por bloques.

Tabla 7: Análisis de varianza (ANVA) de Friedman

FV	GL
Tratamientos	3
Bloques	5
A	1
B	2
AB	2
Error Experimental	15
TOTAL	23

Fuente: Elaboración propia.

V. RESULTADOS

En la tabla 8, se puede observar los valores promedios de la población de *Meloidogyne* spp. (suelo más raíz) en los tratamientos evaluados en la presente investigación.

Tabla 8: Valores promedios de la población de *Meloidogyne* spp. (suelo más raíz) por tratamiento en la parcela experimental en el anexo de Suyubamba, Bongará Amazonas.

N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	TOTAL	PROMEDIO
VALOR									
213	247	372	399	340	230	190	124	2115	264
344	481	301	430	1183	1070	251	137	4197	525
231	365	650	189	310	645	363	158	2911	364
196	257	172	1208	385	286	341	190	3035	379
195	276	406	509	209	639	275	124	2633	329
348	177	416	213	150	402	139	114	1959	245
255	301	386	491	430	545	260	141		

Fuente: Elaboración propia.

TRAT : Tratamientos (T1= sin sombra y sin fertilización; T2= sin sombra y fertilización orgánica; T3= sin sombra y fertilización química; T4= con sombra y sin fertilización; T5= con sombra y fertilización orgánica; T6= con sombra y fertilización química).

- N1 : Evaluación n° 1
- N2 : Evaluación n° 2
- N3 : Evaluación n° 3
- N4 : Evaluación n° 4
- N5 : Evaluación n° 5
- N6 : Evaluación n° 6
- N7 : Evaluación n° 7
- N8 : Evaluación n° 8

5.1. Población promedio de *Meloidogyne* spp. (suelo más raíz)

En el T2: Sin Sombra y con fertilización orgánica (SSFO) se observa que la población de *Meloidogyne* spp. fue registrada como la más alta con un promedio de 525 individuos y la población de *Meloidogyne* spp más baja fue en el tratamiento T6: Con Sombra y con fertilización química (CSFQ) con un promedio de 245 individuos.

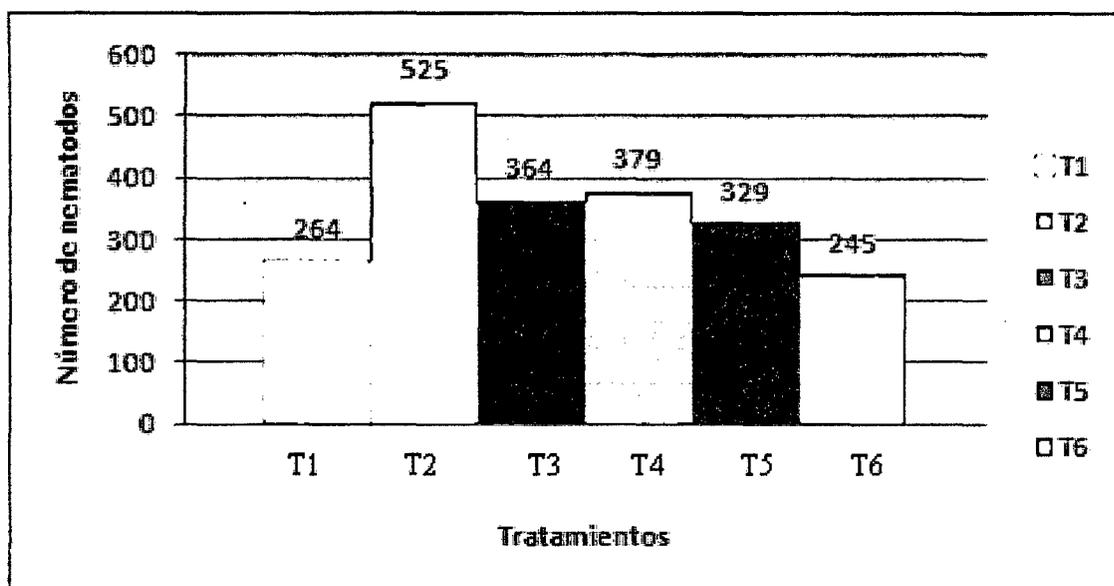


Figura 3. Población promedio de *Meloidogyne* spp. (suelo más raíz); en los tratamientos T1: Sin Sombra y Sin Fertilización (SSSF); T2: Sin Sombra y Fertilización Orgánica (SSFO); T3: Sin Sombra y Fertilización Química (SSFQ); T4: Con Sombra y Sin Fertilización (CSSF); T5: Con Sombra y Fertilización Orgánica (CSFO); T6: Con Sombra y Fertilización Química (CSFQ). Suyubamba, Bongará, Amazonas, 2015-2016.

5.2. Variación de la densidad poblacional de *Meloidogyne* spp. (suelo

más raíz)

En todos los tratamientos, *Meloidogyne* spp. mostró una dinámica variable a través del tiempo. La población de *Meloidogyne* spp. más baja fue registrada en el T6 y en el octavo muestreo teniendo como resultado 114 individuos; pero se incrementó la población en la cuarta evaluación y en el T4 obteniendo 1208 individuos.

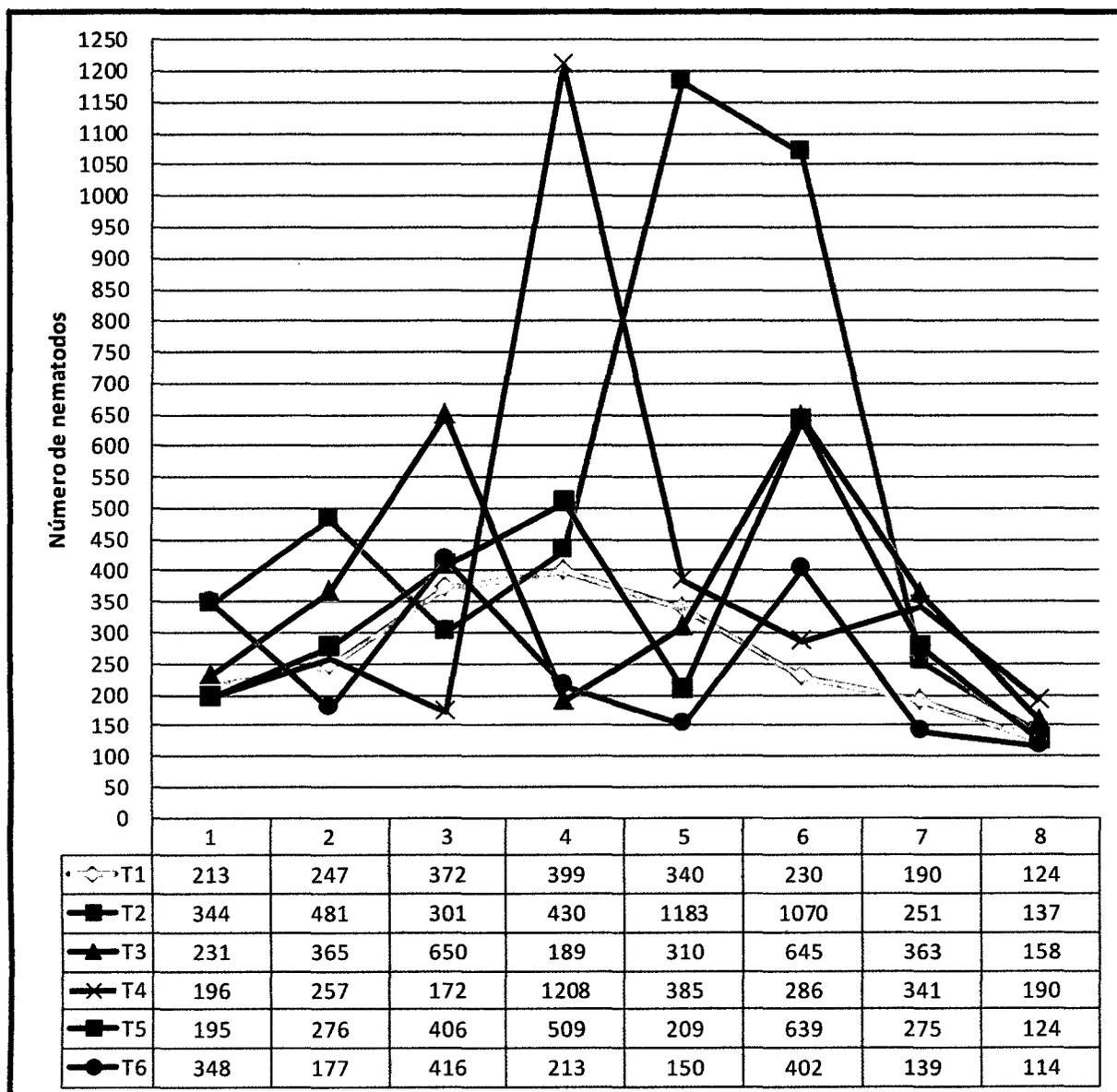


Figura 4: Variación de la densidad poblacional de *Meloidogyne* spp. en suelo y raíz de acuerdo al número de evaluación y tratamiento en la parcela de café en el anexo de Suyubamba, Bonagrá, Amazonas.

5.3. Tasa de multiplicación de *Meloidogyne* spp. (suelo más raíz)

La tasa de multiplicación de *Meloidogyne* spp. está determinada por la relación entre la densidad poblacional de *Meloidogyne* spp. de la primera evaluación (N1) y su densidad poblacional de la octava evaluación (N8); donde generalmente:

$TM > 1$, se asume que la población de nematodos incrementa y $TM \leq 1$, se asume que la población de nematodos no incrementa o decrece.

Por lo tanto en la figura 5 observamos que los valores son menores a 1 entonces quiere decir que la variedad Catimor se asume que la población de nematodos no incrementa al ataque de *Meloidogyne* spp.

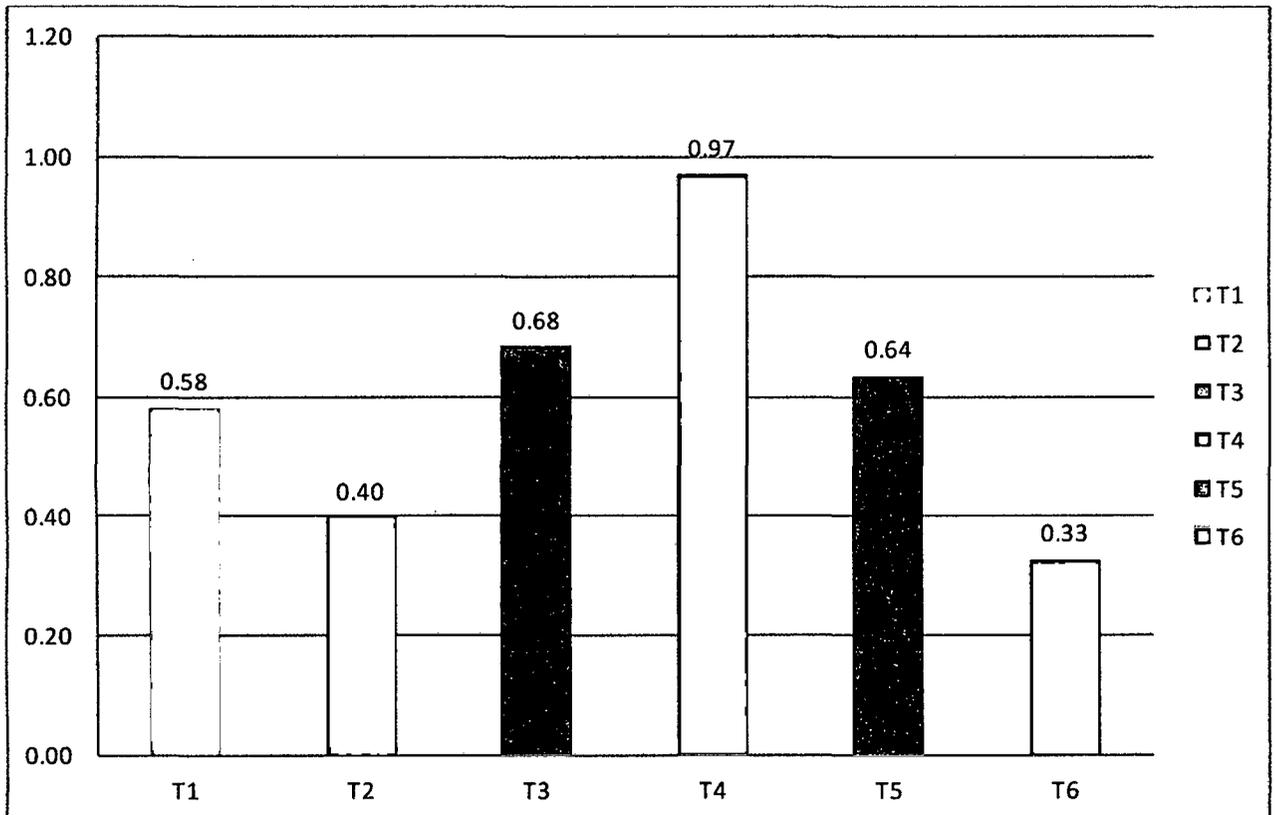


Figura 5: Tasa de multiplicación de *Meloidogyne* spp. en suelo y raíz de acuerdo a los tratamientos en la parcela de café en el anexo de Suyubamba, Bonagrá, Amazonas.

En la tabla 9 se puede observar que de acuerdo al análisis de varianza, tanto la fertilización como la sombra no muestran diferencia significativa para N1, N2, N3, N5, N6, N7, N8, TM (tasa de multiplicación), esto quiere decir que la población de nematodos, bajo las condiciones del experimento, no dependen de la fertilización ni de la sombra y pueden depender de otro factor o interrelación de factores; sin embargo en N4 hay diferencias significativa tanto en tratamientos como bloques esto quiere decir que en determinada etapa si pueden causar un impacto sobre la población de *Meloidogyne* spp.

Tabla 9: Resultados de Análisis de Varianza de la población *Meloidogyne* spp. (suelo y raíz) en la parcela experimental en el anexo de Suyubamba, Bongará Amazonas.

FUENTE DE VARIACIÓN	VARIABLES								
	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	TM
TRATAMIENTO	0.94 ns	1.57 ns	0.88 ns	3.85 *	1.35 ns	1.88 ns	0.66 ns	0.35 ns	1.08 ns
BLOQUE	1.57 ns	0.63 ns	2.36 ns	4.74 *	2.39 ns	2.39 ns	1.49 ns	0.68 ns	1.99 ns
LUGAR	7.87 ns	0.43 ns	0.27 ns	0.11 ns	0.20 ns	0.20 ns	1.28 ns	1.42 ns	2.54 ns
TRATAMIENTO*LUGAR	0.81 ns	1.96 ns	1.16 ns	1.29 ns	0.65 ns	0.65 ns	0.68 ns	0.58 ns	0.88 ns

Fuente: elaboración propia.

ns: no significativo

*: Significativo

** : Altamente significativo

VI. DISCUSIÓN

Con relación a las poblaciones de *Meloidogyne* spp., registradas durante el estudio es importante mencionar, que la más alta población se registró en el cuarto muestreo, existiendo diferencias estadísticas significativas en los tratamientos y bloques, las poblaciones más altas fueron registradas en los tratamientos T2: Sin Sombra y Fertilización Orgánica (SSFO); y las poblaciones más bajas fueron registradas en tratamiento T6: Con Sombra y Fertilización Química (CSFQ).

Lo cual sugiere que las altas precipitaciones en los meses anteriores al muestreo, hayan propiciado condiciones como la retención de humedad, favorables para los nematodos. (Taylor & Sasser, 1983) Mencionan que el agua es un factor determinante para que las especies de *Meloidogyne* spp. puedan continuar su ciclo biológico en el suelo ya que estos organismos son de hábitos acuáticos; la humedad y temperatura registradas durante el muestreo fueron óptimas para que el ciclo biológico de este género se completara en un menor tiempo por lo cual hubo mayor presión de parasitismo. Estas condiciones permiten el desarrollo de éste género; además de presentarse la mayor actividad radicular en el cultivo del café (Benjumea, Sánchez, & Miranda, 1996).

Además de ello, la mayor concentración de nematodos en la región de las raíces se debe principalmente a su mayor tasa de reproducción por la disponibilidad continua del alimento y también a un proceso de atracción de los nematodos por determinadas sustancias liberadas en la rizósfera (Andrés, 2003).

Resultados registrados por (Balmaceda & Cruz, 1998) indican que a medida que incrementa la humedad en el suelo, se aumentaron las poblaciones hasta alcanzar sus valores máximos en el mes de enero (857,000 individuos / 100 g de raíz).

Estudios realizados en Masatepe, Nicaragua indican que las poblaciones de nematodos fitoparásitos del género *Meloidogyne* spp. presentan las poblaciones más altas en las muestras de suelo y raíz en el cafetal manejado convencionalmente y a plena exposición solar (Escobar, 2008).

Los tratamientos convencionales *Meloidogyne* spp presentó los mayores niveles poblacionales (10,753,8 individuos/ 5 gr de raíz) en comparación con plantaciones (Balmaceda & Cruz, 1998).

A su vez, en los tratamientos convencionales leguminosos, donde se registraron altas poblaciones de *Meloidogyne*, su manejo es con alto uso de insumos, el uso indiscriminado de diferentes productos sintéticos como Counter (Terbufos); a través del tiempo, ha generado serios problemas que incluyen la resistencia adquirida de la plaga al producto, la degradación acelerada y pérdida de efectividad del químico, lo cual contribuyó a que se registraran altas poblaciones en los tratamientos manejados de forma convencional (Fernandez & Muschler, 1999).

De acuerdo al efecto de la sombra, existe un efecto en el aumento poblacional de *Meloidogyne* en tratamientos a pleno sol. Se ha demostrado que bajo éstas condiciones este género tiene habilidad para incrementar sus poblaciones de manera crítica en las raíces del café (Gujaray, Monterroso, & Staver, 2000).

Las plantaciones de café a pleno sol se caracterizan usualmente por una mala protección del suelo, baja restitución de la materia orgánica y bajo reciclaje de nutrimentos. La situación anterior da como resultado un medio poco favorable para el crecimiento de las raíces debido a la compactación del suelo. Posiblemente el desarrollo de estas condiciones edáficas desfavorables incrementa la incidencia de plagas y enfermedades (nematodos) que atacan el sistema radical del café (Bertrand, 1995).

Además en el tratamiento a pleno sol se realizan fuertes aplicaciones de insumo sintéticos, tanto para manejo de plagas y enfermedades como para fertilización. El efecto de productos químicos para el control de organismos nocivos, ha conllevado al incremento de éstos (Eno, Blue, & Good, 1995). Otro aspecto que podría propiciar las altas poblaciones presentadas por *Meloidogyne* en plantaciones a pleno sol, es su característica de endoparásito sedentario que le permite sobrevivir dentro de la planta a altas temperaturas, por la humedad que el hospedero mantiene en sus raíces (Rosales, 1980).

Existen muchos factores importantes para el desarrollo de *Meloidogyne* spp. que no fueron objeto de estudio en el presente trabajo, pero que pudieron influir en el desarrollo del mismo. Es así que, en el suelo existen diferentes parámetros influyentes en las poblaciones de nematodos, además del agua, la textura del suelo es importante, ya que existen muchos reportes que la asocian a la distribución y severidad de los síntomas producidos por estos nematodos, a su vez, el pH del suelo es también determinante. Se debe tener en cuenta también que la falta de oxígeno en suelos muy húmedos, puede inhibir la emergencia de los juveniles y hacer más lento el movimiento de éstos (Evans, Trudgill, & Webster, 1993).

El uso de enmiendas orgánicas aumenta la disponibilidad de los nutrientes y mejoran la capacidad de campo del suelo, de manera que la planta mejora su crecimiento e incrementa la tolerancia a los nemátodos, debido a que ésta desarrolla mayor cantidad de raíces (Villain, *et al.*, 1999).

A su vez, el mecanismo de acción contra los nematodos puede suceder por la liberación de compuestos nematicidas o nematostáticos y/o fomentando el desarrollo de organismos antagonistas del nematodo (Rodríguez-Kabana, 1997). Producto de la alta acumulación de materia orgánica se presenta una mayor actividad microbiana. Estos factores influyen de una manera positiva en la disminución de las poblaciones de nematodos fitoparásitos, al producir competencia por nutrientes entre la variedad de microorganismos presentes en el suelo (Zelaya, Mendoza, & Jarquin, 1996).

La mayor población de fitonemátodos por efecto de la fertilización, podría explicarse por un mayor crecimiento y desarrollo radicular que supone una mayor oferta alimenticia para estos fitopatógenos. Sumado a esto, los mismos autores en estudios realizados también en nuestro país reportaron que la sombra no mostro una importante variación en las poblaciones de nematodos. Lo cual nos indica que en este aspecto el nematodo *Meloidogyne* spp. muestra un comportamiento complejo, influenciado por diversos factores tanto ambientales como propios de su comportamiento (Julca, *et al.*, 2007). Las poblaciones de *Meloidogyne* spp registradas en muestras de raíz, fueron relativamente más altas que las encontradas en las muestras de suelo, obedeciendo probablemente esto a la biología misma de este género, que es la de ser un nematodo endoparásito que pasa gran parte de su ciclo habitando las raíces del cafeto (Taylor & Sasser, 1983).

VII. CONCLUSIONES

- En la influencia de la sombra y la fertilización en la densidad poblacional de *Meloidogyne* spp. en *coffea arabica*, se determinó que la la poblacional de *Meloidogyne* spp. fue: 255 individuos en la primera evaluación, 301 en la segunda evaluación, 386 en la tercera evaluación, 491 en la cuarta evaluación, 430 en la quinta evaluación, 545 en la sexta evaluación, 260 en séptima evaluación y 141 en la octava evaluación bajo los tratamientos establecidos.

- Se determinó el tiempo de variación de la densidad poblacional de *Meloidogyne* spp. en la cuarta evaluación y T4 obteniendo una población máxima de 1208 de individuos, con diferencias significativas tanto en tratamientos como bloques.

- Se determinó la tasa de multiplicación de *Meloidogyne* spp. obteniendo un valor de 0.58 en el T1, 0.40 en el T2, 0.68 en el T3, 0.97 en el T4, 0.64 en el T5 y 0.33 en el T6; por lo tanto no mostró diferencias significativas en los tratamientos, pudiendo deberse a que ni la sombra ni fertilización son determinantes para éste parámetro, pero puede influenciar su propio comportamiento o factores ambientales como temperatura, humedad, PH y textura del suelo.

- Se determinó un efecto significativo en los tratamientos, donde las poblaciones más altas de *Meloidogyne* spp. fueron registradas en el T2 obteniendo 525 individuos, habiéndose dado por el aumento de temperatura ya que está expuesto al sol; y las poblaciones más bajas que fueron registradas en T6 con 245 individuos, habiéndose dado por la descomposición de la materia orgánica que genera los arboles de sombra ya que aumenta la disponibilidad de los nutrientes e incrementa la tolerancia a *Meloidogyne* spp generando mayor cantidad de raíces.

VIII. RECOMENDACIONES

- Se debe tomar en cuenta en estudios futuros, otros factores importantes, como el contenido de materia orgánica, textura del suelo, variedad de café utilizada, entre otros, ya que pueden influir en el comportamiento de las poblaciones de nematodos.
- Tener en cuenta que las evaluaciones de *Meloidogyne* spp. se establezcan en diferentes condiciones de humedad y temperatura de acuerdo a las estaciones del año.
- Realizar estudios histopatológicos de raíces afectadas por *Meloidogyne* spp. que determinen el estatus de hospedante de los árboles de sombra en los cafetales.
- Realizar evaluaciones sobre el efecto de diferentes tipos y concentraciones de enmiendas orgánicas en el comportamiento de las poblaciones de *Meloidogyne* spp. en las plantaciones de café con manejo orgánico.
- Evaluar el efecto de los productos químicos en el comportamiento de las poblaciones de *Meloidogyne* spp. en las plantaciones de café con manejo convencional.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrios, G. N. (2007). Fitopatología: Plant pathology/George N. Mexico. 856 p: Limusa.
- Andrés, M. (2003). Nematodos parásitos de plantas en suelos agrícolas. La revista profesional de sanidad vegetal. España. 33-42 p.
- Avelino, J., Zelaya, D., Hordoñes, M., Merlo, A., Noriega, G., & Fernandez, H. (1997). Encuesta diagnóstico sobre la roya anaranjada del café en Honduras in simposio latinoamericano de caficultura. San Jose. 379- 385 p: Memorias.
- Balmaceda, R. M., & Cruz, S. (1998). Comportamiento de nematodos fitoparásitos asociados a diferentes sistemas de manejo de café. Tesis, Lc en ecología. Universidad de Centro Americana. 67 p.
- Benjumea, C., Sánchez, d. P., & Miranda, J. (1996). Estimación de la actividad microbiana en tres agrosistemas en rozo valle. Colombia. En boletín técnico Vol. 7. 7-9 p.
- Bertrand, B. (1995). El mejoramiento genético de Coffea arabica en America.
- Boyce, J., Fernández, G., Furst, E., & Segura, B. (1994). Café y desarrollo sostenible del cultivo agroquímico a la producción. Costa Rica. 69 p.
- Carvajal, J. (1984). Café, cultivo y fertilización. Berna. 254 p.
- Cepeda, M. (1996). Nematología agrícola. 1° Ed. Trillas. Mexico. 305 p.
- Cuba, N. (2010). Manual para el cultivo de café en Yungas, La paz. Bolivia.
- Eno, C., Blue, W., & Good, J. (1995). The effect of anhydrous ammonia on nematodes, fungi, bacteria, and nitrification in some Florida soils. 55-58 pg.
- Escobar, M. (2008). Poblaciones de nematodos fitoparásitos asociados a diferentes sistemas de café. Tesis, Ingeniero Agrónomo. Nicaragua. 69 p.
- Evans, K., Trudgill, D., & Webster, J. (1993). Plant parasitic nematodes in temperate agriculture. Oxon. U.K. CAB International. 648 p.
- Fernandez, C., & Muschler, R. (1999). Aspectos de la sostenibilidad de los sistemas de cultivo de café en América central. desafíos de la caficultura en centroamérica. IICA_PROMECAFE_CIRAD. 69-96 p.

- Figueroa, R., & Fischersworing, B. (1996). Guía para la caficultura ecológica: Café orgánico. Perú. 171 p: Novella Publigráf.
- Guevara, E. (2015). Nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de café (*coffea arabica* L) en el distrito de Cuispes, Bongará, Amazonas. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Amazonas.
- Gujaray, F., Monterroso, C., & Staver, C. (2000). Manejo integrado de plagas en el cultivo de café. Manual técnico n° 44, CATIE. Costa Rica. 267 p.
- Hernández, A. (1997). Étude de la variabilitéantar et interespecificque des nematodes du genere *Meloidogyne* parasites des caféirs en Amerique centrale. these de docteur académie de Montpellier. 101 p.
- Herrera. (2002). Efecto del uso de coberturas vivas de leguminosas en elcontrol de nematodos fitoparásitos del café en la IV región de Nicaragua. CATIE. Turrialba. 69 p.
- Herrera, I. (1995). Efecto del uso de coberturas vivas de leguminosas en elcontrol de nematodos fitoparásitos del café en la IV región de Nicaragua. CATIE. Turrialba. 69 p.
- Julca, O., Carhuallanqui, R., Julca, N., Bello, S., Crespo, R., Echevarría, C., & Borjas, R. (2007). Efecto de la sombra y la fertilización sobre las principales plagas del café var. "Catimor". Pasco.
- Junta Nacional del Café. (2014). El Cafetalero. Perú: Informativo de la Junta Nacioanal del café .
- León, J. (2000). Botánica de los cultivos tropicales. San José, CR. 108-117 p.
- Luc, M., Sicara, R., & Bridee, J. (1990). Plants parastic nematodos in subtropical land tropical agriculture. CAB Internatioanal Institute of Parasitology.
- Malavolta, E. (1992). Fertilización del café en: memoria del seminario de fertilización y nutrición del café, ANACAFE-UDAID-PPIC. 26-42 p.
- Minag. (2012).Ministerio de agricultura. Producción y comercialización de café en el Perú. Lima.
- Minagri. (2015). Ministerio de agricultura y riego. Producción y comercialización de café en el Perú. Lima.
- Morales, J. (2001). poblaciones de nematodos fitoparasitos en plantaciones mixtas de café y musaceas. Zambrano.

- Muschler, R. (1997). Shade or sun for ecologically sustainable coffee production: a summary of environmental key factors. Turrialba. 109-112 p: CATIE.
- Peraza. (2010). Nematofauna asociada al cultivo de café organico y convencional. Aserri.
- Rodriguez-Kabana, R. (1997). Chemical and biological control. Soilborne diseases of tropical crops. Wallingford, CAB international. 397- 418 p.
- Rosales, M. (1980). Dinámica poblacional de los nematodos asociados al cultivo de café en la IV región. Centro experimental del café Mauricio Lopez Munguia. Masatepe.
- Sánchez, E. (2012). Requerimientos nutricionales en el cafeto. San Martín.
- Stirling, G. (1991). Biological control of plant parasitic nematodes progress, problems and prospect. C.A.B. international, Wallingford UK. 1-282 p.
- Taylor, A. L., & Sasser, J. N. (1983). Biología, identificación y control de los nematodos de nódulos de la raíz. Proyecto internacional de Meloidogyne. Carolina del Norte.
- Urbina, J., & Matus, G. (2009). Evaluación del comportamiento poblacional de nematodos fitoparasitos asociados a diferentes sistemas de manejo de café en el municipio de Masatepe, departamento de Masaya. Managua.
- Urbina, J., & Matus, G. (2009). Evaluación del comportamiento poblacional de nematodos fitoparásitos asociados a diferentes sistemas de manejo de café en el municipio de Masatepe, departamento de Masaya, Nicaragua. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Nicaragua. 74 p.
- Valencia, G. (1998). Manual de nutrición y fertilización del café. Instituto de la potasa y el fosforo. Quito, Ecuador.
- Villain, L., Anzuetto, F., Hernández, A., Jean, S., Lozano, E., & Perez, J. (1999). Los nematodos parásitos del café. San Jose. 327-367 p: In desafios de la caficultura en Centroamérica.
- Zelaya, D., Mendoza, H., & Jarquin, O. (1996). Manejo de sombra de los cafetales en: Manual de caficultura de Nicaragua. Nicaragua. 83- 88 p.

ANEXOS

1.1. Anexo 1: Sección fotográfica



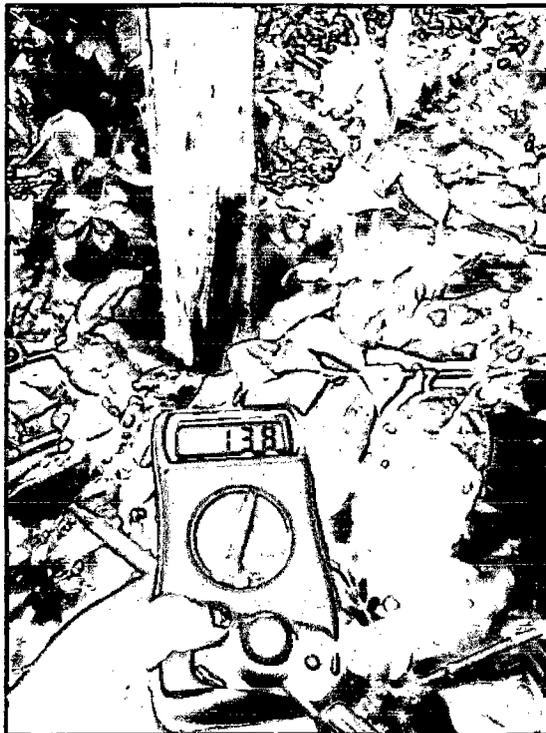
Fotografía 1: Instalación de las parcelas en el cafetal y colocación de etiquetas en cada planta evaluada.



Fotografía 2: Realizando la fertilización orgánica en la parte izquierda y química en la parte derecha.



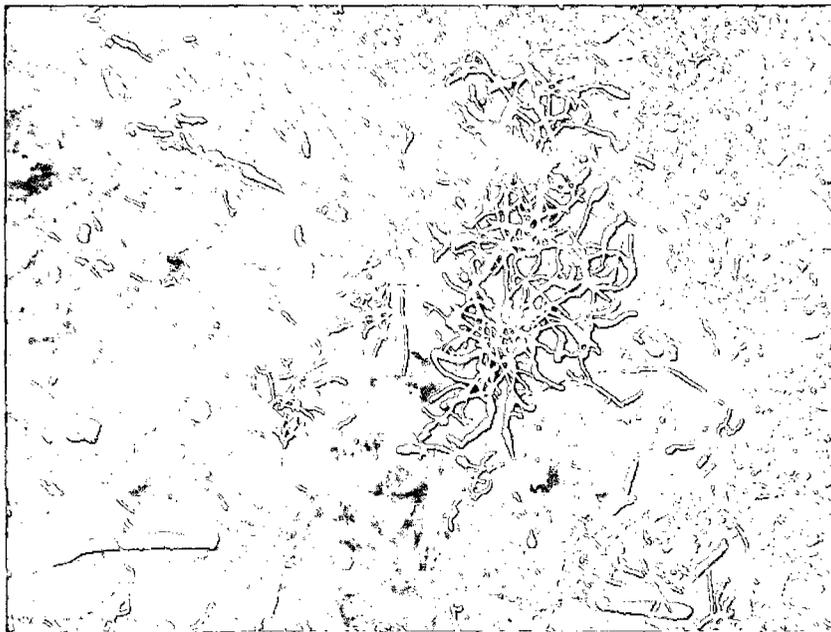
Fotografía 3: Realizando el corte de la sombra según los tratamientos establecidos.



Fotografía 4: Evaluando la sombra según los tratamientos establecidos.



Fotografía 5: Muestreo de suelo, bajo la copa del árbol de café.



Fotografía 6: Muestreo de raíz, bajo la copa del árbol de café.



Fotografía 7: Muestra de suelo y raíces, colocados en una bolsa de polietileno y su respectivo código de identificación.



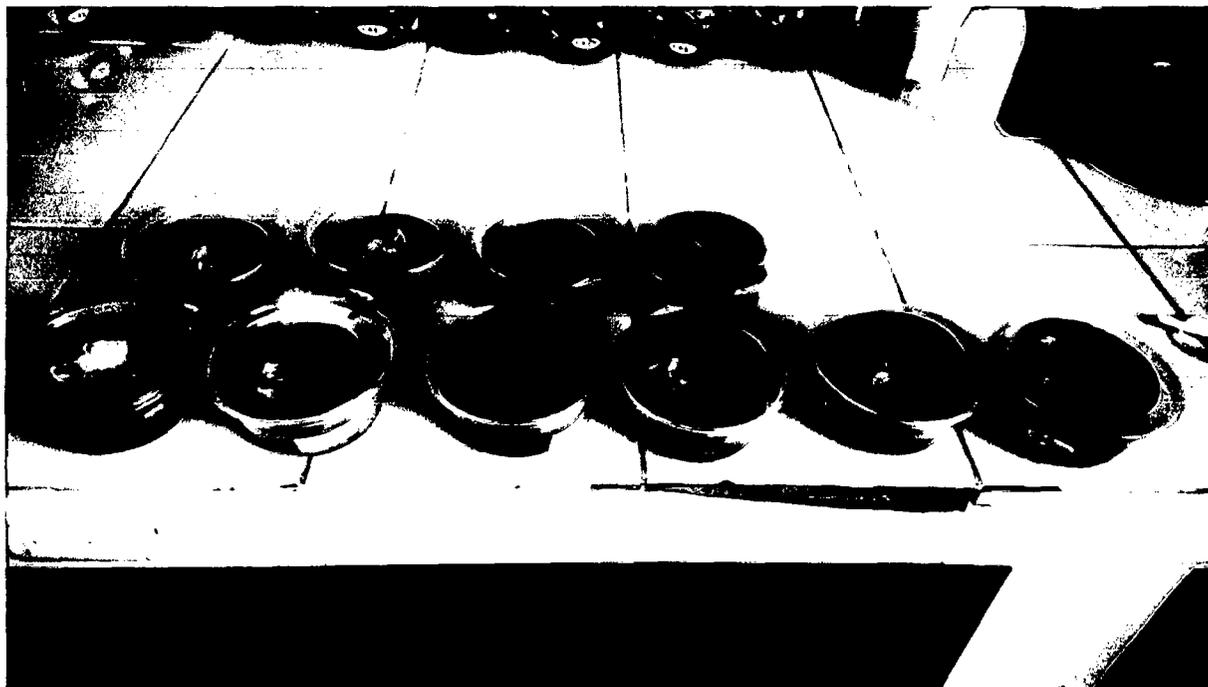
Fotografía 8: Homogenización del suelo, división en cuadrantes y medición de los 50 cc extrayendo porciones de cada cuadrante.



Fotografía 9: Picado, homogenización y pesado de 5 gramos de muestra de raíces.



Fotografía 10: Muestras de suelo y raíz dentro de papel toalla y esto dentro de un colador; puestos en una bandeja con agua; según el Método de Baermann Modificado en Bandeja (MBMB)



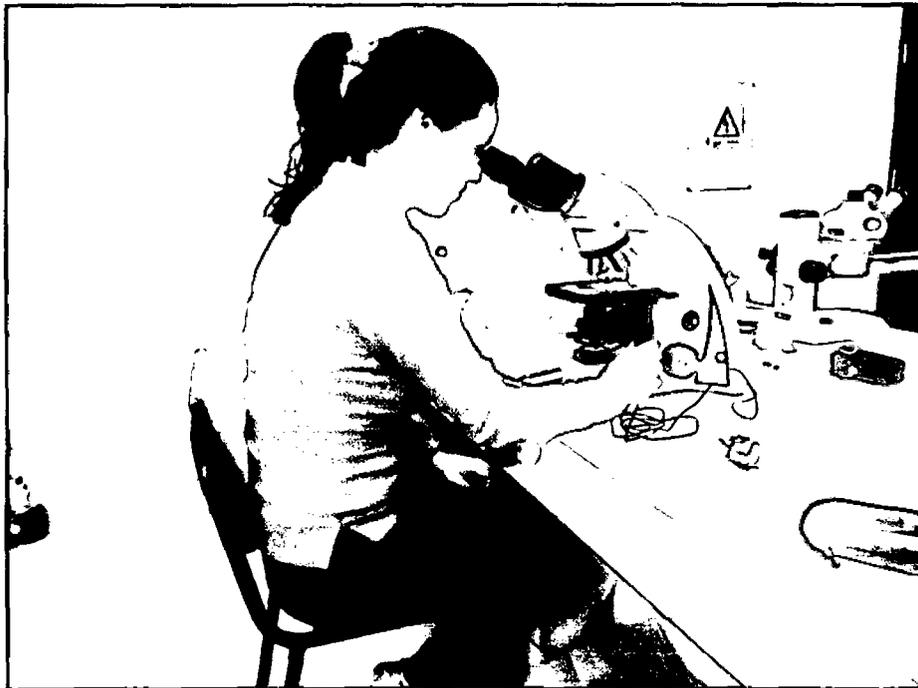
Fotografía 11: Muestras de suelo y raíces en reposo por 48 horas; según (MBMB)



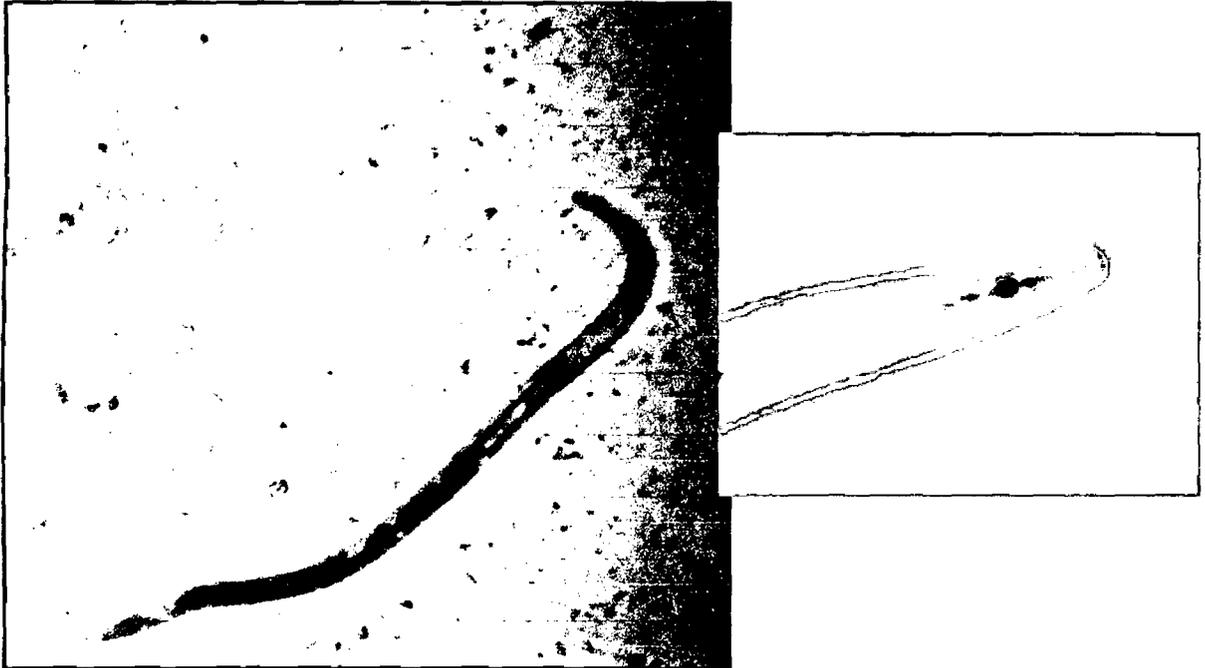
Fotografía 12: Tamizado de las muestras después de las 48 horas de reposo.



Fotografía 13: Placas Petri y muestras obtenidas del tamizado (sedimentos)



Fotografía 14: Observación, identificación y conteo de nematodos.



Fotografía 15: Nematodo del Género *Meloidogyne* spp. y en la parte derecha se muestra el estilete.

1.2. Anexo 2. Sección tablas

- Resultados Generales de la Población de *Meloidogyne* spp.

TRAT	FERTI	SOMBRA	BLOQUE	LUGAR	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	TM
1	1	1	1	1	54	45	38	76	68	22	29	16	0.30
1	1	1	1	2	33	37	36	38	39	49	12	1	0.03
1	1	1	2	1	8	32	98	94	76	27	12	9	1.13
1	1	1	2	2	27	10	73	64	49	41	17	8	0.30
1	1	1	3	1	8	9	30	15	21	18	36	35	4.38
1	1	1	3	2	4	6	3	7	14	11	41	36	9.00
1	1	1	4	1	49	77	71	83	63	33	13	4	0.08
1	1	1	4	2	30	31	23	22	10	29	30	15	0.50
2	2	1	1	1	73	171	31	131	180	103	45	21	0.29
2	2	1	1	2	17	31	47	51	819	234	21	21	1.24
2	2	1	2	1	58	57	102	51	65	201	34	29	0.50
2	2	1	2	2	40	26	16	74	8	269	11	13	0.33
2	2	1	3	1	48	89	30	33	41	157	63	12	0.25
2	2	1	3	2	21	77	16	28	25	40	38	21	1.00
2	2	1	4	1	66	19	39	46	28	43	24	13	0.20
2	2	1	4	2	21	11	20	16	17	23	15	7	0.33
3	3	1	1	1	15	17	23	7	59	23	15	5	0.33
3	3	1	1	2	19	14	7	4	27	13	5	7	0.37
3	3	1	2	1	44	50	118	91	49	72	25	11	0.25
3	3	1	2	2	12	116	384	4	11	44	38	32	2.67
3	3	1	3	1	35	45	16	24	39	55	19	17	0.49
3	3	1	3	2	18	30	39	19	43	6	11	10	0.56
3	3	1	4	1	71	14	8	23	77	108	37	28	0.39
3	3	1	4	2	17	79	55	17	5	324	213	48	2.82
4	1	2	1	1	71	35	12	335	48	43	9	0	-
4	1	2	1	2	22	20	24	317	207	33	17	11	0.50
4	1	2	2	1	14	52	25	36	58	102	58	21	1.50
4	1	2	2	2	14	51	21	163	18	16	134	89	6.36
4	1	2	3	1	11	70	42	20	21	25	23	11	1.00
4	1	2	3	2	3	15	17	21	12	39	18	17	5.67
4	1	2	4	1	48	11	27	14	4	23	23	19	0.40
4	1	2	4	2	13	3	4	302	17	5	59	22	1.69
5	2	2	1	1	10	56	66	290	70	142	30	27	2.70
5	2	2	1	2	28	29	28	117	14	309	11	3	0.11
5	2	2	2	1	31	36	86	31	48	44	9	2	0.06
5	2	2	2	2	13	49	18	7	30	15	16	5	0.38
5	2	2	3	1	2	24	12	10	13	73	36	10	5.00
5	2	2	3	2	45	25	23	25	7	18	11	4	0.09
5	2	2	4	1	49	29	72	25	24	30	38	17	0.35
5	2	2	4	2	17	28	101	4	3	8	124	56	3.29
6	3	2	1	1	172	9	18	22	19	44	10	13	0.08
6	3	2	1	2	20	23	25	63	13	167	19	21	1.05
6	3	2	2	1	27	15	10	27	21	16	9	11	0.41
6	3	2	2	2	25	23	96	1	13	39	16	12	0.48
6	3	2	3	1	45	4	49	37	3	32	30	22	0.49
6	3	2	3	2	38	76	187	14	25	39	28	11	0.29
6	3	2	4	1	10	4	29	31	17	61	6	1	0.10
6	3	2	4	2	11	23	2	18	39	4	21	23	2.09

Se realizó el análisis de suelo y de acuerdo a eso se realizó el cálculo para hacer la fertilización adecuada acorde de los requerimientos del cultivo de café.

- Análisis de suelos

N° de Lab.	MUESTRAS	Clase Textural	C.E. (1:1)	pH (1:1)	K	P	C	M.O	N
			(mS/cm)		ppm		%	%	%
151	1	Franco Arenoso	0.2	8.04	73	1.65	0.7	1.1	0.1
152	2	Franco Arenoso	0.33	8.36	73	3.33	1.3	2.3	0.1
153	3	Franco Arenoso	0.21	8.36	73	1.65	1.6	2.7	0.1
158	4	Franco Arenoso	0.27	8.19	73	3.33	1.8	3.1	0.2

- Aplicación de fertilización química

FOSFATO DI AMÓNICO			
BLOQUES	100%	100%	
	(6Pl/Bl) Kg	(01 Pl) Kg	
I	0.18	0.03	
II	0.18	0.03	
III	0.18	0.03	
IV	0.18	0.03	

UREA			
BLOQUES	100%	100%	Frac.
	(6Pl/Bl) Kg	(01 Pl) Kg	33.33% (01 Pl) Kg
I	0.18	0.08	0.03
II	0.12	0.07	0.02
III	0.12	0.06	0.02
IV	0.12	0.06	0.02

CLORURO DE POTASIO			
BLOQUES	100% (6P/BI) Kg	100% (01 Pl) Kg	Frac. 33.33% (01 Pl) Kg
I	0.54	0.03	0.009
II	0.54	0.03	0.009
III	0.54	0.03	0.009
IV	0.54	0.03	0.009

- Aplicación de fertilización orgánica

GUANO DE ISLA		
BLOQUES	100% (6P/BI) kg	100% (1Pl) kg
I	2.52	0.42
II	2.52	0.42
III	2.52	0.42
IV	2.52	0.42

- Fecha de fertilización

N° DE MUESTREO	FECHA DE MUESTREO	FERTILIZACIÓN
1	30/07/2015	1era fertilización
2	01/09/2015	
3	01/10/2015	
4	03/11/2015	2da fertilización
5	07/12/2015	
6	04/01/2015	
7	01/02/2015	3era fertilización
8	01/03/2015	

- Promedio de las evaluaciones de sombra

SOMBRA (Luz fotoactiva: $\mu\text{mol m}^{-2}\text{S}^{-1}$)	
TRATAMIENTOS	VALORES
T1	416
T2	413
T3	340
T4	185
T5	236
T6	190
DATOS PROMEDIO	
TRATAMIENTOS	VALOR
sin sombra	390
con sombra	204

- Resultados del análisis de varianza de suelo y raíz:

Analysis of Variance Table for N1

Source	DF	SS	MS	F	P
TRAT	5	3248.7	649.74	0.94	0.4681
BLOQUE	3	3256.7	1085.58	1.57	0.2150
LUGAR	1	5440.0	5440.02	7.87	0.0084
TRAT*LUGAR	5	2800.9	560.17	0.81	0.5506
Error	33	22805.0	691.06		
Total	47	37551.3			

Grand Mean 31.813 CV 82.63

Analysis of Variance Table for N2

Source	DF	SS	MS	F	P
TRAT	5	7168.4	1433.69	1.57	0.1968
BLOQUE	3	1741.4	580.47	0.63	0.5982
LUGAR	1	391.0	391.02	0.43	0.5179
TRAT*LUGAR	5	8946.1	1789.22	1.96	0.1116
Error	33	30200.9	915.18		
Total	47	48447.8			

Grand Mean 37.563 CV 80.54

Analysis of Variance Table for N3

Source	DF	SS	MS	F	P
TRAT	5	15527	3105.32	0.88	0.5042
BLOQUE	3	24901	8300.24	2.36	0.0896
LUGAR	1	945	945.19	0.27	0.6079
TRAT*LUGAR	5	20428	4085.59	1.16	0.3494
Error	33	116221	3521.85		
Total	47	178021			

Grand Mean 48.271 CV 122.94

Analysis of Variance Table for N4

Source	DF	SS	MS	F	P
TRAT	5	86886	17377.1	3.85	0.0074
BLOQUE	3	64282	21427.3	4.74	0.0074
LUGAR	1	507	507.0	0.11	0.7398
TRAT*LUGAR	5	29179	5835.8	1.29	0.2912
Error	33	149108	4518.4		
Total	47	329962			

Grand Mean 61.417 CV 109.45

Analysis of Variance Table for N5

Source	DF	SS	MS	F	P
TRAT	5	89847	17969.3	1.35	0.2679
BLOQUE	3	95314	31771.2	2.39	0.0866
LUGAR	1	2596	2596.0	0.20	0.6615
TRAT*LUGAR	5	43248	8649.7	0.65	0.6633
Error	33	438974	13302.2		
Total	47	669978			

Grand Mean 53.688 CV 214.83

Analysis of Variance Table for N6

Source	DF	SS	MS	F	P
TRAT	5	60152	12030.4	1.88	0.1248
BLOQUE	3	20523	6840.9	1.07	0.3758
LUGAR	1	1610	1610.1	0.25	0.6194
TRAT*LUGAR	5	3930	786.0	0.12	0.9863
Error	33	211292	6402.8		
Total	47	297507			

Grand Mean 68.167 CV 117.38

Analysis of Variance Table for N7

Source	DF	SS	MS	F	P
TRAT	5	4627.1	925.42	0.66	0.6537
BLOQUE	3	6222.9	2074.30	1.49	0.2361
LUGAR	1	1788.5	1788.52	1.28	0.2657
TRAT*LUGAR	5	4757.6	951.52	0.68	0.6402
Error	33	46035.9	1395.03		
Total	47	63432.0			

Grand Mean 32.479 CV 115.00

Analysis of Variance Table for N8

Source	DF	SS	MS	F	P
TRAT	5	501.6	100.321	0.35	0.8762
BLOQUE	3	581.1	193.688	0.68	0.5689
LUGAR	1	402.5	402.521	1.42	0.2421
TRAT*LUGAR	5	818.6	163.721	0.58	0.7171
Error	33	9361.2	283.672		
Total	47	11665.0			

Grand Mean 17.646 CV 95.45

Analysis of Variance Table for TM

Source	DF	SS	MS	F	P
TRAT	5	17.966	3.59311	1.08	0.3892
BLOQUE	3	19.795	6.59841	1.99	0.1358
LUGAR	1	8.449	8.44853	2.54	0.1206
TRAT*LUGAR	5	14.612	2.92237	0.88	0.5059
Error	32	106.309	3.32217		
Total	46				

Note: SS are marginal (type III) sums of squares

Grand Mean 1.2887 CV 141.43