



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**

**ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS  
NATURALES RENOVABLES.**

**CARRERA: INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN,  
EDUCACIÓN Y EXTENSIÓN AGROPECUARIA.**

**TEMA:**

“CONTROL BIOLÓGICO DEL NEMATODO AGALLADOR DE RAICES  
*Meloidogyne incognita* (Kofoid and White, 1919) Chitwood, 1949 UTILIZANDO  
PLANTAS ATRAPADORAS DE NEMATODOS”

*Tesis de Grado previa la Obtención del  
Título de Ingeniera en Producción,  
Educación y Extensión Agropecuaria.*

***Autora: Elvia María Vivanco Gómez***

***Director: Ing. Agr. Tulio Solano Castillo, Mg. Sc.***

***Loja – Ecuador.***

***2014***

**“CONTROL BIOLÓGICO DEL NEMATODO AGALLADOR DE RAICES *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White, 1919) Chitwood, 1949 UTILIZANDO PLANTAS ATRAPADORAS DE NEMATODOS”**

**TESIS PRESENTADA AL TRIBUNAL DE GRADO COMO REQUISITO PREVIO A LA**

**OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:**

**INGENIERA EN PRODUCCIÓN, EDUCACIÓN Y EXTENSIÓN AGROPECUARIA**

**APROBADA:**

Ing. Manuel González Martínez, Mg. Sc.

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

Ing. Paulina Fernández Guarnizo, Mg. Sc.

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

Ing. Javier Guayllas Guayllas, Mg. Sc.

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



## CERTIFICACION



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**  
**ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN, EDUCACION Y EXTENSION**  
**AGROPECUARIA**

Ingeniero Agrónomo

Tulio Fernando Solano Castillo. Mg. Sc.

DOCENTE DE LA CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA

DIRECTOR DE TESIS

### CERTIFICO:

Que el trabajo de investigación de tesis "Control Biológico del Nematodo Agallador de Raíces *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood utilizando Plantas Atrapadoras de Nematodos", de autoría de la Egresada de la Carrera de Ingeniería en Producción, Educación y Extensión Agropecuaria, Egresada Elvia María Vivanco Gómez, ha sido desarrollado bajo mi dirección, acorde con las actividades formales de planificación, ejecución y redacción de los resultados exigidos por el Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional de Loja.

Por lo expuesto, autorizo a la Señorita Vivanco Gómez, la presentación del documento para los fines legales subsiguientes.

Loja, marzo del 2014.

Ing. Agr. Tulio Solano Castillo, Mg. Sc.

DIRECTOR DE TESIS

## AUTORIA

Yo, **Elvia María Vivanco Gómez**, declaro ser autora del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional - Biblioteca Virtual.

**Autora:** Elvia María Vivanco Gómez

**Firma:** .....  .....

**Cédula:** 0705103018

**Fecha:** 29 de Mayo del 2014

**CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DE LA AUTORA PARA LA  
CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN  
ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO**

Yo, **Elvia María Vivanco Gómez**, declaro ser autora de la tesis titulada, "**CONTROL BIOLÓGICO DEL NEMATODO AGALLADOR DE RAICES *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White, 1919) Chitwood, 1949 UTILIZANDO PLANTAS ATRAPADORAS DE NEMATODOS**", como requisito para optar al grado de: **Ingeniera en Producción, Educación y Extensión Agropecuaria**, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional:

Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los 29 días del mes de Mayo del dos mil catorce, firma la autora.

Firma:  .....

**Autora:** Elvia María Vivanco Gómez

**Número de cédula:** 0705103018

**Correo electrónico:** elviavivanco@outlook.es

**Celular:** 0999690456

**DATOS COMPLEMENTARIOS**

**Director de Tesis:** Ing. Tulio Solano Castillo, Mg. Sc.

**Tribunal de Grado:** Ing. Manuel González Martínez, Mg. Sc.

Ing. Paulina Fernández Guarnizo, Mg. Sc.

Ing. Javier Guayllas Guayllas, Mg. Sc.

## DEDICATORIA

Todo mi esfuerzo y lucha constante por alcanzar una de mis más anheladas metas, dedico con mucho amor y respeto **a mis padres Luis Vivanco, Mercedes Gómez, y hermanos** por el apoyo incondicional en lo moral, espiritual y económico, para finalizar una etapa más de mi vida.

A mis amigos, que día a día me brindaron sus palabras de aliento y apoyo necesario para alcanzar esta meta.

Elvia María Vivanco Gómez

## **AGRADECIMIENTO**

Eterna gratitud **a Dios, a mis padres y hermanos** quienes con esfuerzo, dedicación, sacrificio y sabios consejos supieron apoyarme en los momentos más difíciles de mi carrera, encaminarme por el camino del bien e inculcarme valores como respeto, humildad y perseverancia, constituyéndose en las bases para lograr la meta.

Al Ing. Tulio Solano Director de Tesis por sus conocimientos impartidos para llegar a culminar con éxito la investigación.

A la Universidad Nacional de Loja, en especial a la Carrera del PEEA, de la cual llevo las mejores enseñanzas.

A mis docentes, compañeros, amigos y a todas aquellas personas, testigos de mis triunfos.

Elvia María Vivanco Gómez

## ÍNDICE GENERAL

	Página
<b>TABLA DE CONTENIDO</b>	
<b>PORTADA</b> .....	i
<b>APROBACION DEL TRIBUNAL DE GRADO</b> .....	ii
<b>CERTICACION</b> .....	iii
<b>AUTORIA</b> .....	iv
<b>CARTA DE AUTORIZACIÓN</b> .....	v
<b>DEDICATORIA</b> .....	vi
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	vii
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	viii
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	xi
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	xii
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b> .....	xiii
<b>RESUMEN</b> .....	xiv
<b>ABSTRACT</b> .....	xv
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	3
2.1. EL NEMATODO AGALLADOR .....	3
2.1.1. Clasificación taxonómica de <i>Meloidogyne incognita</i> .....	3
2.1.2. Características morfológicas de <i>Meloidogyne incognita</i> (Kofoit and White, 1919) Chitwood, 1949 .....	4
2.1.3. Ciclo biológico y patológico .....	6
2.1.4. Mecanismos físicos y químicos de parasitismo de <i>Meloidogyne incognita</i> .....	7
2.1.5. Distribución y diseminación .....	8
2.1.6. Sintomatología .....	9
2.1.7. Niveles de daño .....	9
2.1.8. Importancia económica .....	10
2.1.9. Métodos de control del nematodo agallador .....	10



2.2.	CONTROL DEL NEMATODO AGALLADOR MEDIANTE PLANTAS TRAMPA...	11
2.2.1.	Definición de plantas atraparoras de nematodos	11
2.2.2.	Características genéticas de las plantas atraparoras de nematodos	12
2.2.3.	Características físicas y químicas de las plantas trampa (para atraer los nematodos).	12
2.2.4.	Especies vegetales utilizadas como plantas trampa del nematodo agallador.	13
2.2.4.1.	Pepino ( <i>Cucumis sativus</i> ).	14
2.2.4.2.	Tomate ( <i>Lycopersicon esculentum Mill.</i> )	14
2.2.4.3.	Lechuga ( <i>Lactuca sativa L.</i> )	15
3.	<b>TRABAJOS REALIZADOS</b>	16
4.	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	18
4.1.	Descripción y ubicación del trabajo.	18
4.2.	Clasificación Climática de “La Argelia”.	18
4.2.1.	Clasificación Ecológica.	18
4.2.2.	Condiciones edáficas y climáticas	18
4.3.	Materiales	19
4.3.1.	Materiales de campo	19
4.3.2.	Materiales de oficina	19
4.3.3.	Materiales de laboratorio	19
4.4.	Metodología del Primer Objetivo: “Evaluar la eficacia de 12 plantas atraparoras del nematodo agallador de las raíces <i>Meloidogyne incognita</i> (Kofoid and White, 1919) Chitwood, 1949 bajo condiciones de invernadero”.	19
4.5.	Metodología del segundo Objetivo: “Generar una propuesta alternativa de control biológico del nematodo agallador de las raíces <i>Meloidogyne incognita</i> (Kofoid & White) Chitwood seleccionando plantas atraparoras eficientes, existentes en la provincia de Loja”	25
4.6.	Metodología del tercer Objetivo: “Socializar los resultados de la investigación a nivel de estudiantes, docentes, técnicos y productores, por diferentes medios de diseminación de la información”	25

5.	<b>RESULTADOS</b> .....	26
5.1.	Evaluación de la eficacia de 12 plantas atrapadoras del nematodo agallador de raíces <i>Meloidogyne incognita</i> (Kofoid and White, 1919) Chitwood, 1949... 26	
5.1.1.	Índice de agallamiento según la escala de Bridge Page (1980) .....	26
5.1.2.	Población de nematodos por 10 g de raíz según la metodología de Taylor (1983) .....	28
5.1.3.	Población de nematodos por 100 cm <sup>3</sup> de suelo utilizando el método de platos calados Baermann modificado .....	30
6.	<b>DISCUSIONES</b> .....	32
7.	<b>CONCLUSIONES</b> .....	34
8.	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	35
9.	<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	36
10.	<b>ANEXOS</b> .....	42

## ÍNDICE DE CUADROS

	Página
<b>Cuadro 1.</b> Tratamientos (plantas) utilizados como atrapadoras del nematodo agallador <i>Meloidogyne incognita</i> , en condiciones de invernadero .....	20
<b>Cuadro 2.</b> Índice de agallamiento (Bridge y Page, 1980) en las plantas trampa de <i>M. incognita</i> , en los tres ciclos de cultivos bajo condiciones de invernadero, Loja, 2014 .....	27
<b>Cuadro 3.</b> Población de nematodos por 10 g de raíz Taylor y Sasser (1983), en los tres ciclos de cultivos, bajo condiciones de invernadero, Loja 2014. ....	29
<b>Cuadro 4.</b> Población de J2 por 100 cm <sup>3</sup> de suelo (Baermann modificado), en los tres ciclos de cultivos bajo condiciones de invernadero, Loja 2014 .....	31
<b>Cuadro 5.</b> Agenda de actividades del día de campo .....	49

## ÍNDICE DE FIGURAS

### Página

<b>Figura 1.</b> Morfología del nematodo agallador <i>Meloidogyne incognita</i> (Santos, 2012). .....	5
<b>Figura 2.</b> Segundo estadio Juvenil de <i>Meloidogyne incognita</i> (Verdejo, 2009) .....	5
<b>Figura 3.</b> Ciclo biológico del nematodo <i>Meloidogyne</i> (Santos, 2012) .....	6
<b>Figura 4.</b> Esquema de campo del diseño bloques al azar con 12 tratamientos, cuatro repeticiones y 24 plantas/unidad experimental .....	21

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Página</b>
<b>Anexo 1.</b> Ubicación del trabajo de investigación en la Quinta Experimental Docente “La Argelia) .....	42
<b>Anexo 2.</b> Análisis físico químico del suelo del invernadero del ensayo .....	43
<b>Anexo 3.</b> Registro de temperatura y humedad en los 3 ciclos de cultivos .....	44
<b>Anexo 4.</b> Índice de agallamiento según la escala (Bridge Page 1980) .....	45
<b>Anexo 5.</b> Propuesta en base a las experiencias obtenidas .....	46
<b>Anexo 6.</b> Planificación de difusión de resultados del día de campo .....	49
<b>Anexo 7.</b> Fotografías de la fase de campo de la investigación.....	50

## RESUMEN

Esta investigación se desarrolló en dos fases: la fase de campo se realizó bajo condiciones de invernadero en la Quinta Experimental Docente “La Argelia”, con registros promedios de temperatura y humedad ambiental, en el primer ciclo de cultivo de 19,36°C y 56,92 %; segundo ciclo de 19,15°C y 54,75 %; y el tercer ciclo de 18,97°C y 51,70 % respectivamente; las actividades de procesamiento de muestras, cuantificación de poblaciones y preparación de inóculo, se realizaron en el laboratorio de Sanidad Vegetal de la Universidad Nacional de Loja.

El trabajo consistió en evaluar la eficacia de 12 variedades susceptibles presentes en el mercado local, como plantas trampa del nematodo agallador de las raíces *Meloidogyne incognita*; se utilizaron cuatro variedades de pepino (*Thunder, Diamante, Marketmore, Athena*), cuatro variedades de tomate de mesa (*Floradade, Caribe, Red Cherry Large, Rio grande*), y cuatro variedades de lechuga (*Dark Green, White Boston, Greak Lakes, Cisco*), las cuales se distribuyeron en un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones por tratamiento (parcela) y 24 unidades experimentales (plantas por parcela) de las cuales se evaluaron 10.

Por cuya razón se incorporó inóculo al suelo, una población de 4`317202J2 en el área del ensayo aproximadamente 3000 J2 por planta, obtenidas del suelo de la rizosfera y de agallas de raíces de plantas de tomate en su fase final de cosecha, a los 8 días después de la inoculación se estimó la población sobreviviente de 3`016128 J2 y 2618 J2 por planta aproximadamente con una población de 2094,5 J2/100 cm<sup>3</sup> de suelo.

Las características físicas y químicas del suelo son las siguientes: textura franco, pH 6.1 (ligeramente ácido), Materia Orgánica: 3 (Media), Nitrógeno: 129,9 ppm (Muy alto), Fósforo: 667,9 ppm (Muy alto), Potasio: 400,6 ppm (Muy alto). Se realizaron tres ciclos de cultivos continuos bajo el mismo diseño experimental conservando la misma distribución de tratamientos.

La extracción de las plantas en cada ciclo de cultivo se realizó a las 5 semanas y se evaluó las variables: índice de agallamiento según la escala de diez grados de Bridge y Page (1980), la población de J2 por 10 g de raíz, mediante la metodología de Taylor (1983) y la población de J2 por 100 cm<sup>3</sup> de suelo mediante platos calados Baermann modificado propuesto por Christie y Perry (1951) referido por Thorne (1961) y por Hooper

*et al.* (2005). Los datos primarios de las variables se transformaron y evaluaron estadísticamente mediante análisis de varianza simple y para las pruebas de significancia se trabajó con Tukey al 5%, utilizando como software el programa SAS (2008).

Las 12 variedades utilizadas como plantas trampa del nematodo *Meloidogyne incognita*, resultaron susceptibles con variabilidad estadística en los grados de agallamiento y reducción de la población inicial, destacándose como las mejores atraparoras del nematodo agallador, todas las variedades de pepino, las variedades de tomate *Floradade*, *Caribe*; y la variedad de lechuga *Greak lakes*, en su orden respectivo.

**Palabras claves:** control biológico, *Meloidogyne incognita*, plantas trampa.

## ABSTRACT

This investigation was developed in two phases: the field phase was carried out under conditions of hothouse in the Educational Experimental Fifth "The Algeria", with registrations averages of temperature and environmental humidity in the first cycle of cultivation of 19,36 °C and 56,92 %; second cycle of 19,15 °C and 54,75 %; and the third cycle of 18,97 °C and 51,70 % respectively; the activities of prosecution of samples, populations' quantification and inoculate preparation, they were carried out in the laboratory of Vegetable Sanity of the National University of Loja.

The work consisted on evaluating the effectiveness of 12 varieties susceptible present in the local market, like plants trap of the nematode agallador of the roots *Meloidogyne incognita*; four cucumber varieties (*Thunder*, *Diamante*, *Marketmore*, *Athena*), four varieties of table tomato were used (*Floradade*, *Caribe*, *Red Cherry Rio Grande*), and four lettuce varieties (*Dark Green*, *White Boston*, *Greak Lakes*, *Cisco*), which were distributed at random in a design of blocks with four repetitions for treatment (it parcels) and 24 experimental units (you plant for parcel) of which 10 were evaluated.

For whose reason incorporated inoculate to the floor, a population of 4`317202 J2 in the area of the rehearsal approximately 3000 J2 for plant, obtained of the floor of the rhizosfera and of gills of roots of tomato plants in its final phase of crop, to the 8 days after the inoculation was considered the population survivor of 3`016128 J2 and 2618 J2 approximately for plant with a population of 2094,5 J2/100 cm<sup>3</sup> of floor.

The physical and chemical characteristics of the floor are the following ones: texture franc, pH 6.1 (lightly sour), Organic Matter: 3 (he/she mediates), Nitrogen: 129,9 ppm (Very high), Match: 667,9 ppm (Very high), Potassium: 400,6 ppm (Very high). They were carried out three cycles of continuous cultivations under the same experimental design conserving the same distribution of treatments.

The extraction of the plants in each cultivation cycle was carried out to the 5 weeks and it was evaluated the variables: agallamiento index according to the scale of ten grades of Bridge and Page (1980), the population of J2 for 10 g of root, by means of the methodology of Taylor (1983) and the population of J2 for 100 cm<sup>3</sup> of floor by means of soaked Plates modified Baermann proposed by Christie y Perry (1951) referred by Thorne (1961) and for Hooper et to the one. (2005). The primary data of the variables transformed and they evaluated statistically by means of analysis of simple variance and for the significance tests one worked with Tukey to 5%, using as software the program SAS (2008).

The 12 varieties used as plants trap of the nematode *Meloidogyne incognita*, they were susceptible with statistical variability in the agallamiento grades and the initial population's reduction, standing out as the best atrapadoras in the nematode agallador, all the cucumber varieties, the tomato varieties *Floradade*, *Caribe*; and the lettuce variety *Greak Lakes*, in their respective order.

**Key words:** biological control, *Meloidogyne incognita*, you plant trap.



## 1. INTRODUCCIÓN

El nematodo agallador *Meloidogyne spp.* de raíces, es una plaga de gran importancia económica en todo el mundo, especialmente en países tropicales y subtropicales. Existen más de 80 especies distribuidas en el mundo y el mayor daño económico está atribuido a las cuatro más comunes, *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* y *M. hapla* INIAP (2003); Agrios (2004).

En Ecuador, el nematodo agallador *M. incognita*, está distribuido en todos los estratos geográficos, siendo mayor la densidad poblacional en las áreas calientes donde tienen ciclos biológicos de 21-30 días, Triviño *et al.* (1998). Muchas veces las plantas son infectadas en el semillero frecuentemente, a esta población, se añade la del campo; en estos casos las pérdidas son prácticamente totales (INIAP, 2003; Solano, 2010).

El género *Meloidogyne* está representado por nematodos formadores de agallas Chitwood (1949); Whitehead (1968); Siddiqi (2000), son endoparásitos sedentarios que tienen la capacidad de infectar las raíces que comprende más de 3000 especies vegetales. El daño que ocasionan a los vegetales se debe a la alteración de los tejidos vasculares de la raíz, que reduce sustancialmente la absorción de nutrientes y agua, con el consiguiente debilitamiento de la planta y disminución del rendimiento en la producción (Siddiqi, 2000; Abad *etal.* 2003).

Los especies vegetales afectadas son: tomate riñón, pimiento, pepino, melón, sandía, acelga, lechuga, malanga, fréjol, haba pallar, caupí, tabaco, arveja, papaya, tomate de árbol, naranjilla, y plantas ornamentales de jardines. Además altas infestaciones de *Meloidogyne spp.*, se encuentran en el Valle del Río Portoviejo, en la Península de Santa Elena, Chimbo, Taura, El Triunfo, Babahoyo, Pueblo Viejo, Fumisa, El Vergel, Santo Domingo de los Tsachilas; en los valles del Catamayo, Santa Isabel, Chota, en la Isla San Cristóbal y en la región Amazónica, resaltando que las poblaciones más altas se registran en los valles del Chota, Catamayo y Santa Isabel (Triviño, 2004).

A nivel mundial, varias estrategias de manejo del nematodo agallador se han investigado, sin embargo la más utilizada por su acción inmediata sobre la plaga es la aplicación de nematicidas de síntesis química, que contienen elevados niveles de toxicidad, prolongada residualidad y elevados costos, los mismos que disminuyen la rentabilidad de la producción Abalay (2005). En Ecuador además del uso de nematicidas químicos, muy pocos trabajos de manejo integrado del nematodo agallador se ha evidenciado INIAP

(2003); Hinojosa (2011); Sánchez (2007). Consecuencia de ello se ha desarrollado niveles de resistencia, mutaciones y mayor capacidad de sobrevivencia del nematodo; el efecto residual se manifiesta en el suelo, en la planta y en la producción con repercusiones negativas en la salud de los productores y los consumidores (Castro *et al.* 2011; Solano, 2014).

El control biológico de *M. incognita* utilizando plantas atrapadoras se podría definir como una condición bajo la cual se reduce la actividad del nematodo debido a la acción de otro organismo vivo, dando como resultado una disminución de población de nematodos del suelo Roger,(2004). En Ecuador no se reportan trabajos con plantas atrapadoras, sin embargo las investigaciones referenciadas en otros países dan cuenta de la eficacia de varias especies utilizadas como estrategia de manejo (Cuadra *et al.* 2000; Gómez *et al.* 2009, 2005; Hernández *et al.* 2008; Rodríguez *et al.* 2005).

La presente investigación realizada en condiciones semi-controladas de temperatura, humedad del suelo y humedad relativa HR%, se ejecutó durante el período Julio del 2013 a Marzo del 2014, bajo los siguientes objetivos:

- ✓ Evaluar la eficacia de 12 plantas atrapadoras del nematodo agallador de las raíces *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood bajo condiciones de invernadero.
- ✓ Generar una propuesta alternativa de control biológico del nematodo agallador de las raíces *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood seleccionando plantas atrapadoras eficientes, existentes en la provincia de Loja.
- ✓ Socializar los resultados de la investigación a nivel de estudiantes, docentes, técnicos y productores, por diferentes medios de difusión de la información”.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. EL NEMATODO AGALLADOR

Los nematodos son gusanos alargados de tamaño extremadamente pequeño que viven en el suelo y están provistos de una estructura llamada estilete que les permite perforar las células de las raíces y succionar su contenido para alimentarse. En este proceso de parasitismo causan daño directo a las plantas y también daño indirecto porque las heridas que provocan sirven de vía de entrada a otros patógenos microscópicos que incrementan el daño causado, Díez *et al* (2010). Los nematodos son denominados enemigos ocultos o invisibles debido a su pequeño tamaño, su efecto se hace evidente cuando el nivel poblacional de la plaga es alto (Rodríguez *et al.* 2005).

Castro *et al.* (2011) mencionan que los nematodos del género *Meloidogyne* constituyen uno de los principales factores limitantes en la producción mundial de los cultivos; por su parte Lesur (2006), señala que los nematodos son los organismos multicelulares que más abundan en el suelo, media taza de tierra agrícola contiene miles de nematodos de los cuales algunas especies se convierten en plagas agrícolas y a su vez son portadores y transmisores de enfermedades económicamente significativas.

Triviño (2004), señala que el nematodo agallador de las raíces *Meloidogyne spp.*, es conocido en Ecuador por su diversidad de hospederos; sin embargo, de las 51 especies identificadas mundialmente solo *M. incognita*, *M. javanica* (Treub) Chitwood, *M. arenaria* (Neal) Chitwood, *M. Hapla* Chitwood, *M. exigua* han sido detectadas en el país. Puede vivir bajo condiciones adversas en estado huevo, además tiene una amplia gama de hospederos, especies tales como: ornamentales, herbáceas, leñosas, hortalizas entre otras.

#### 2.1.1. Clasificación taxonómica de *Meloidogyne incognita*

Agrios (2004), refiere taxonómicamente al nematodo agallador de las raíces de la siguiente manera:

Phylum: Nematoda  
Orden: *Tylenchida*  
Suborden: *Tylenchina*

Superfamilia: *Tylenchoidea*

Familia: *Heteroderidae*

Género: *Meloidogyne*

Especie: *M. incognita* (Kofoid and White, 1919) Chitwood, 1949

### **2.1.2. Características morfológicas de *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White, 1919) Chitwood, 1949.**

Según Agrios (2004), **las hembras adultas** son de forma redondeada a piriformes, blancas, sedentarias, con un cuello corto que se proyecta, no presentando fase de quiste. En el extremo posterior la vulva y el ano están próximos, rodeados de un patrón cuticular característico, patrón perineal que es diferente según la especie.

Los fasmidios se abren en forma de poro a cada lado del ano levemente elevados, la cutícula es gruesa y estriada. El estilete es delgado, entre 12 - 15  $\mu\text{m}$  con nódulos basales pequeños. El poro excretor está por delante del bulbo medio, con frecuencia cercano a la base del estilete. Los ovarios son dos, prodéficos, convolutos. Las glándulas rectales son seis, de tamaño grande, y segregan una sustancia gelatinosa en la cual se depositan los huevos que no son retenidos dentro del cuerpo de la hembra.

**El macho adulto** es vermiforme, hasta 2 mm de longitud, con el extremo de la región posterior curvado. La cutícula es fuertemente estriada, con campos laterales y cuatro estrías longitudinales. La región labial es redondeada, poco prominente, con un disco labial marcado y pocas estrías (una a tres). Los sectores laterales son más anchos que los sub-medianos, asemejándose a mejillas. El estilete es robusto (18, 25  $\mu\text{m}$ ) con nódulos basales grandes. Las glándulas esofágicas están situadas principalmente en posición ventral. Las espículas son delgadas, generalmente entre 18 a 25  $\mu\text{m}$  de longitud, el gubernaculum entre 7 a 11  $\mu\text{m}$  de longitud, tiene un testículo o dos si hubo un desarrollo sexual revertido. La región posterior es redondeada, con fasmidios como poros cerca de la abertura cloacal sub-terminal. En la figura 1 se indican la morfología de la hembra y del macho en estado adulto de *M. incognita*.

**Fasmidios:** son estructuras pares que desembocan al exterior por un poro cuticular que expone los cilios al ambiente.

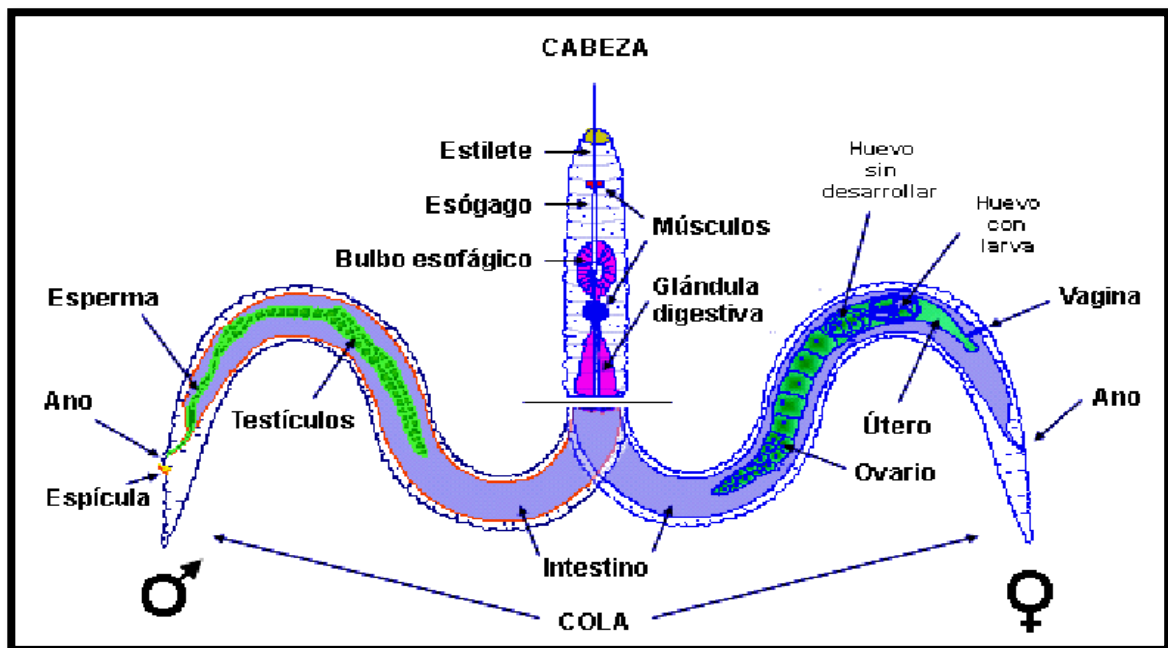


Figura. 1. Morfología del nematodo agallador *Meloidogyne incognita* (Santos, 2012).

Los juveniles presentan diferente aspecto según el estadio. El J1 tiene el término de la región posterior roma, realizando la muda dentro del huevo. El J2 es vermiforme, posee capacidad migratoria, siendo el estado infectivo como se indica en la figura 2. La segunda y tercera muda se realiza dentro de la cutícula del J2. El cuerpo es recto a arqueado en reposo, midiendo por lo general menos de 0,6 mm de longitud; la región anterior es generalmente redondeada con una a cuatro estrías gruesas, un disco labial diferenciado y una estructura levemente esclerotizada. Los sectores laterales son más anchos que los sub-medianos. El estilete es delgado, de menos de 20  $\mu\text{m}$  de longitud. El poro excretor está por detrás del hemizónido. La región posterior tiene una porción hialina claramente visible, con la punta angosta e irregular en el entorno. J3 es sedentario, hinchado, con forma de "salchicha" y una región posterior. El J4 también es sedentario e hinchado, con el ano terminal.

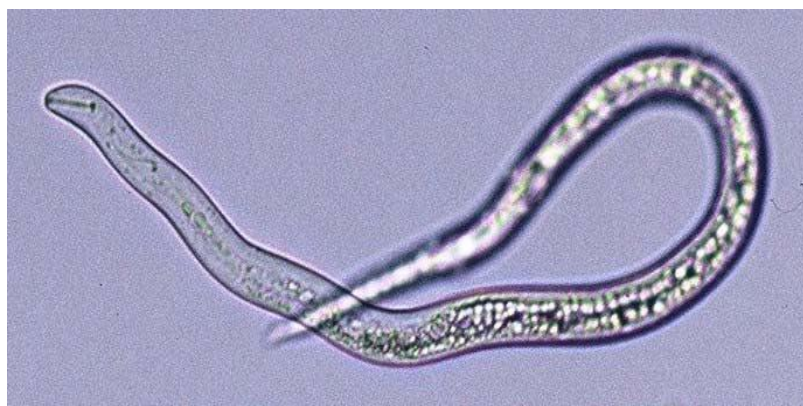


Figura 2. Segundo estadio Juvenil de *Meloidogyne incognita* (Verdejo, 2009)

### 2.1.3. Ciclo biológico y patológico

El ciclo de vida de *Meloidogyne incognita* es similar a todas las especies pertenecientes al género *Meloidogyne* como se observa en la figura 3, pero se encuentra influenciado tanto por la temperatura, humedad y hospedero así su ciclo de vida concluye a los 25 días a una temperatura de 27° C, pero tarda más tiempo a temperaturas más altas o más bajas (Agrios, 2004).

Taylor (1983) observó que a temperaturas entre 27,5 y 30 °C las hembras se desarrollan de la etapa de larva a la etapa de deposición de huevos en unos 17 días; a 24,5 °C en 21 a 30 días y a 20 °C en 31 días, a temperaturas inferiores a 15 °C o superiores a los 33,5 °C las hembras no llegan a alcanzar su madurez. Los nematodos para su desarrollo prefieren suelos areno-limosos siempre que exista una buena cantidad de materia orgánica y una temperatura entre los 17 y 45 °C.

En Ecuador en las condiciones climáticas de la provincia del Guayas, el ciclo biológico de *M. incognita* en tomate es alrededor de 24 días, en melón y fréjol de 21 días, en maíz híbrido, Brasilia 8501 de 32 días dando lugar a 2 o 3 generaciones en cultivos susceptibles de ciclo corto (Arregui *et al.* 2003).

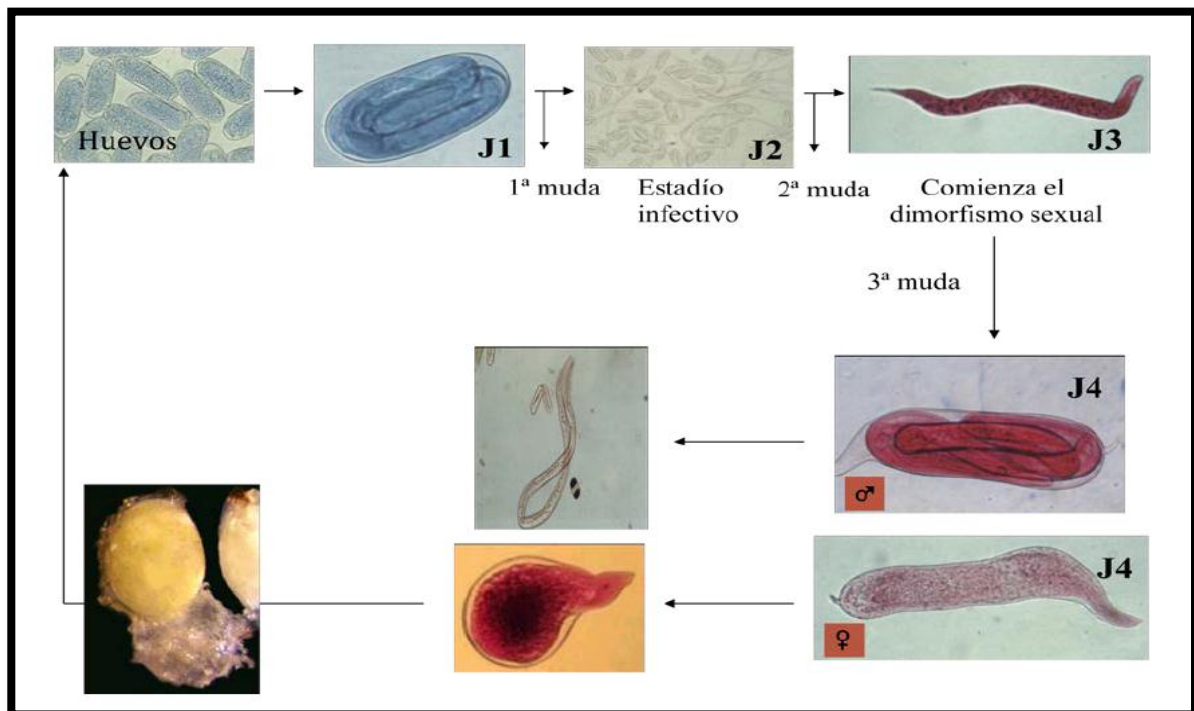


Figura. 3. Ciclo biológico del nematodo agallador *Meloidogyne incognita* (Santos, 2012).

Agrios (2004), describe las etapas larvarias de la siguiente manera, señala que la **primera etapa larvaria** se desarrolla en el interior del huevecillo y después de sufrir la primera muda dentro de él se desarrolla en la segunda etapa larvaria, la cual emerge del huevecillo y llega al suelo, donde se desplaza hasta que encuentra una raíz susceptible.

**La segunda etapa larvaria** es vermiforme y es la única etapa infectiva de este nematodo. La larva penetra en la raíz, se vuelve sedentaria y aumenta de grosor, tomando la forma de una salchicha. El nematodo se alimenta de las células que se encuentran en torno a su cabeza al insertar su estilete y secretar saliva, la cual estimula a las células para que crezcan; el nematodo sufre una segunda muda y da lugar a la tercera etapa larvaria, la cual es similar a la segunda etapa larvaria, de la cual se diferencia por carecer del estilete y ser más gruesa.

**La tercera etapa larvaria** sufre una tercera muda y da lugar a la **cuarta etapa larvaria**, o fase adulta macho o hembra. El macho sufre la cuarta y última muda y emerge de la raíz el cual vive libremente en el suelo. La hembra continúa aumentando de grosor, sufre la cuarta y última muda y se desarrolla en una hembra adulta, la cual tiene forma de pera. La hembra adulta continúa hinchándose fecundada o no por un macho, forma huevecillos, los que deposita en una cubierta gelatinosa protectora que pueden ser depositados dentro o fuera de los tejidos de la raíz.

#### **2.1.4. Mecanismos físicos y químicos de parasitismo de *Meloidogyne incognita***

Éste fito-parásito tiene un ciclo de vida complejo. La planta es parasitada por el juvenil de segundo estado (J2) o juvenil infestivo. Durante el parasitismo, el nematodo se establece y mantiene una estrecha relación con el hospedante. Los J2 son atraídos a la zona de elongación, donde penetran la raíz y luego migran intercelularmente, separando las células por la lámina media en el tejido cortical. Este proceso parece incluir fuerzas mecánicas y secreciones enzimáticas del nematodo, los juveniles infestivos migran hacia abajo en la raíz y circundan en la región del meristemo apical. Luego se mueven hacia arriba y del centro de la raíz a la zona de diferenciación. Los J2 sufren tres mudas hasta convertirse en adultos. Después del desarrollo de la hembra, que ocurre usualmente en tres semanas, los huevos son liberados a la superficie de la raíz en una matriz gelatinosa protectora. Los machos migran hacia el suelo y no se alimentan. Al ser parásitos obligados, el crecimiento de los nematodos y su reproducción dependen de los sitios de alimentación especializados en la raíz (Arias *et al.* 2009).

Los nematodos al alimentarse dañan las raíces afectando la función fisiológica de nutrición de la planta lo que hace que las plantas luzcan raquílicas, cloróticas, con tendencia a marchitarse en días calurosos y se distribuyen en forma de parches en el campo Agrios (2004), además produce reacciones de hipertrofia e hiperplasia que desembocan en la aparición de las mencionadas agallas; en cada una de ellas pueden coexistir varios individuos, Verdejo (2009). Cada nematodo desencadena el desarrollo de hasta doce células gigantes, cada una conteniendo aproximadamente 100 núcleos. Los múltiples núcleos en las células gigantes resultan de la mitosis desacoplada de la citoquinesis (Arias *et al.* 2009).

Estudios patológicos determinaron que el nematodo al momento de penetrar el tejido radical secreta un conjunto de proteínas por vías apoplásticas y simplásticas. Este conjunto de proteínas alteran en primera instancia la pared celular vegetal facilitando la migración a través de la raíz de la planta, las proteínas secretadas en el citoplasma de la célula ejercen cambios en la expresión bioquímica, estos cambios se acentúan en materiales susceptibles y altamente susceptibles (Huang *et al.* 2006; Wang *et al.* 1999).

#### **2.1.5. Distribución y diseminación**

Agrios (2004), menciona que la mayoría de los nematodos fito-patógenos viven parte de su vida en el suelo alimentándose superficialmente de las raíces y tallos subterráneos de las plantas, pero aun en el caso de los nematodos sedentarios especializados, los huevecillos, las etapas larvarias pre-parásitas y machos se encuentran en el suelo durante toda su vida o gran parte de ella.

La temperatura, humedad y aireación del suelo afectan a la supervivencia y al movimiento de los nematodos en el suelo. Los nematodos se encuentran con mayor abundancia en la capa del suelo comprendida entre los 0 y 15 cm de profundidad, aunque cabe mencionar que su distribución en los suelos cultivados es irregular y es mayor en torno a las raíces de plantas susceptibles, a las que en ocasiones siguen hasta profundidades considerables (de 30 a 150 cm o más). Al efectuar un perfil del suelo, en el horizonte A, los primeros dos centímetros son sobre todo polvo y por lo general no hay nematodos presentes, mientras que en los siguientes cinco centímetros de suelo, compuesto por materia orgánica, se encuentran la gran mayoría de nematodos saprófitos; en los siguientes 20 cm de suelo, es donde se encuentran los nematodos fito-



parásitos, ya sea en la rizosfera de las raíces de las plantas o dentro de las mismas; en el horizonte B, es posible encontrar nematodos si existen raíces (Agrios, 2004).

#### **2.1.6. Sintomatología**

Agrios (2004), afirma que los síntomas de los órganos aéreos son similares a los que producen muchas otras enfermedades de la raíz o factores del medio ambiente, los cuales disminuyen el volumen de agua disponible para la planta. Las plantas infectadas muestran un desarrollo deficiente y una menor cantidad de hojas. Las inflorescencias y frutos no se forman o se atrofian y son de baja calidad.

Talavera (2003), menciona que la principal característica del ataque de *Meloidogyne spp.*, son los síntomas que aparecen sobre los órganos subterráneos de las plantas. Las raíces afectadas se hinchan en la zona de invasión y desarrollan las agallas típicas del nódulo de la raíz, las cuales tienen un diámetro dos a tres veces mayor a las raíces sanas. La necrosis local que se produce en los lugares que los nematodos han penetrado en las raíces, constituye un factor importante en el decaimiento que presentan los vegetales atacados. Además, las plantas afectadas muestran un desarrollo deficiente y una menor cantidad de hojas, siendo pequeñas y de color pálido o amarillento que tiende a marchitarse cuando el clima es cálido; las inflorescencias y frutos no se forman, se atrofian y son de baja calidad. Las plantas afectadas a menudo sobreviven durante el transcurso de la estación de crecimiento y rara vez son distribuidas prematuramente por la enfermedad.

#### **2.1.7. Niveles de daño**

La especie de nematodo *Meloidogyne incognita* es una de las más importantes, ya que causa daños económicamente significativos en plantaciones cultivadas mediante métodos tradicionales, como en aquellas donde se usan tecnologías más modernas como los cultivos protegidos, hidropónicos, huertos intensivos, invernaderos, organopónicos, entre otros, Rosales *et al.* (2009). Esta especie debilita las plantas y disminuye los rendimientos por su acción directa sobre las raíces, además desencadena en complejos etiológicos que involucran a hongos, bacterias y virus (Gómez *et al.* 2009).

El nematodo agallador *Meloidogyne spp.*, es considerado el de mayor importancia económica a nivel mundial. Las pérdidas estimadas en vegetales en el trópico se encuentran entre el 17-20% en berenjena (*Solanum melongena* L.), 18-33% en melón (*Cucumis melo* L.) y de 24-33% en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). En Cuba se han estimado pérdidas de 19% en pimiento (*Capsicum annum*, L.), 20% en tomate y quimbombó (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) (Gómez *et al.* 2009).

En Ecuador *M. incognita*, está distribuido en todos los estratos geográficos y es la especie más abundante con el 80 % de incidencia; las densidades poblacionales más altas se encuentran en las áreas climáticas cálidas incluyendo los Valles de la Sierra, atacando alrededor de 800 plantas hospedantes incluyendo malezas (Triviño, 2004; Eguiguren *et al.* 1992; Revelo, 2002).

### **2.1.8. Importancia económica**

El género *Meloidogyne* se encuentra distribuido en todo el mundo, pero con mayor incidencia y severidad en regiones de clima cálido en inviernos cortos y moderados, Agrios (1988). Los nematodos formadores de agallas representan un grupo polífago, económicamente importante y con especial adaptación como parásitos obligados de más de 2000 especies vegetales, entre las que se encuentran hortalizas, frutales, ornamentales entre otras (Hernández *et al.* 2012).

Manzanillas *et al.* (2004), mencionan que el género *Meloidogyne* es considerado el de mayor importancia económica a nivel mundial, además tiene alrededor de 3000 especies de plantas hospedadoras y es económicamente importante en climas templados, tropicales, subtropicales y mediterráneos. Las especies más ampliamente distribuidas y de mayor importancia económica en hortalizas son: *M. incognita*, *M. javanica* (Treub) Chitwood, *M. arenaria* (Neal) Chitwood y *M. hapla* Chitwood.

### **2.1.9. Métodos de control del nematodo agallador**

El objetivo de realizar un control de nematodos fito-parásitos, es disminuir la densidad de población de la plaga existente, de manera que no provoque un daño económico importante Sánchez (2006). La forma tradicional de enfocar este problema en los huertos ha sido con distintos productos nematicidas Aballay (2005). Debido a los problemas presentados por los métodos tradicionales de control y al aumento de las regulaciones de prácticas agrícolas, se ha incursionado en otras alternativas menos dañinas para el

manejo de las plagas, como por ejemplo el Sistema de Manejo Integrado, en el cual se busca una producción rentable de alta calidad, priorizando el uso de métodos ecológicamente seguros, minimizando el uso de agroquímicos y sus efectos secundarios negativos con el fin de dar protección al medio ambiente y a la salud humana (Stirling, 2003; Aballay, 2005).

Existen diversos métodos de control nematológico alternativos al control químico, tanto culturales (barbecho, rotaciones, bio-fumigación) como físicos (solarización) o biológicos. Todos ellos tienen ventajas e inconvenientes y ninguna estrategia por sí sola, parece ser satisfactoriamente efectiva, por lo que el acercamiento más productivo al control nematológico debería involucrar la integración de varios métodos (Talavera, 2003).

## **2.2. CONTROL DEL NEMATODO AGALLADOR MEDIANTE PLANTAS TRAMPA**

### **2.2.1. Definición de plantas atrapadoras de nematodos**

Un cultivo trampa es una planta que atrae plagas dañinas y las mantiene alejadas de los cultivos principales. Este uso de plantas acompañantes puede reducir los daños a las cosechas sin tener que recurrir a plaguicidas con todos sus peligros potenciales. Los cultivos trampas pueden ser plantados en el perímetro del terreno en forma intercalada cuyo cultivo se trata de proteger: Fuente: [es.wikipedia.org/wiki/cultivo\\_trampa](http://es.wikipedia.org/wiki/cultivo_trampa).

El empleo de plantas trampa para nematodos, consiste en establecer en el suelo un cultivo de ciclo corto muy susceptible a los nematodos formadores de agallas, por un período menor de 30 días, a partir del cual se extrae todo el sistema radical de las plantas, esto garantizará la extracción de un gran número de nematodos juveniles antes de que comiencen a transformarse en adultas reproductivas Rosales *et al.* (2009); pudiendo aprovechar los productos agrícolas, por ejemplo la lechuga, el rábano, la col, acelga, entre otros; habiéndose convertido en una alternativa eficaz y sana dentro del manejo de los Programas de Manejo Integrado de Plagas, Hernández (2008); las ventajas de usar plantas trampa son apreciables desde el punto de vista biológico y económico (Gómez *et al.* 2009).

Las plantas trampa secretan sustancias en el sistema radicular, para atraer ciertos nematodos. Intercaladas en los cultivos y extraídas en el momento correcto, se destruyen quemando o compostando para su posterior aprovechamiento. Esta técnica permite

disminuir la población de nematodos y permite “escapar” del ataque al cultivo implantado. Por motivos no muy aclarados, las raíces de ciertos vegetales hacen que los nematodos acudan a la rizosfera (Mirabelli, 2008).

Al mantener en el suelo a un cultivo altamente susceptible a *Meloidogyne incognita* por un período de tres y cinco semanas, a partir del cual se extraen un gran número de larvas conjuntamente con todo el sistema radical, garantiza la disminución de las poblaciones de nematodos del suelo antes de que estos comiencen a transformarse en hembras adultas y reproductivas. (Torres, 2011; Viaene *et al.* 2006)

### **2.2.2. Características genéticas de las plantas atrapadoras de nematodos**

La presencia o ausencia de agallas en las raíces y de hembras adultas con matrices conteniendo huevos, es el criterio considerado por muchos investigadores para calificar a una planta como hospedante o no hospedante, respectivamente. Una especie hospedante, según el número de agallas que presente la raíz, se la califica como hospedante-eficiente cuyo genotipo susceptible permite la reproducción del nematodo; hospedante-moderadamente eficiente, cuyo genotipo parcialmente resistente permite una reproducción parcial del nematodo; y, hospedante no eficiente, cuyo gen de resistencia no permite la reproducción del nematodo Ortuño *et al.* (2005); Cook y Starr (2006). Por su parte Torres (2011) manifiesta que el empleo de plantas trampa permiten eliminar la fase infectiva del suelo ( $J_2$ ) con la utilización de plantas susceptibles de crecimiento rápido, procediendo a su eliminación antes de que las masas de huevos se encuentren formadas, entre tres y cinco semanas.

### **2.2.3. Características físicas y químicas de las plantas trampa (para atraer los nematodos).**

**Características físicas de las especies hospedantes:** sistema radicular fasciculado o ramificado, a mayor cantidad y longitud de raíces habrá una mayor exposición a los nematodos del suelo; la succulencia de la zona cortical de las raíces, es otro factor de predisponencia al ataque, a mayor grado de succulencia mayor es el grado de susceptibilidad al ataque, consecuentemente mayor grado de agallamiento y mayor población de nematodos en agallas, consecuentemente disminución de nematodos en el suelo (Solano, 2014).

**Características químicas:** Las plantas susceptibles al ataque de nematodos, secretan exudados volátiles y no volátiles, a través de los puntos de crecimiento de las raíces con mayor abundancia pero a lo largo de la raíz también, estos exudados son muy ricos en compuestos químicos muy apetecidos por los nematodos, tales como azúcares, minerales, vitaminas, grupos aminos o proteicos y agua. Por ello se explica una mayor concentración de nematodos en la zona de la rizosfera, tanto en el suelo como en las raíces (Solano, 2014).

#### **2.2.4. Especies vegetales utilizadas como plantas trampa del nematodo agallador.**

Estudios realizados en Cuba por Gómez *et al.* (2005) utilizaron un esquema de rotación de cultivos donde se plantaron después del cultivo principal (tomate) en el orden siguiente: acelga-lechuga (planta trampa)-col y tomate. Las poblaciones de J2 redujeron de 20-30 j<sub>2</sub>/cm<sup>3</sup> de suelo a 2-3 j<sub>2</sub>/cm<sup>3</sup>, según Cuadra *et al.* (2000) evaluaron lechuga, rábano, col china y acelga china a los 25- 28 días, más del 90% de los juveniles que penetran a la raíz fueron eliminados del sustrato antes de concluir su ciclo de vida; Hernández *et al.* (2008) evaluaron dos variedades de lechuga var. “Chile 1185-3” y “Black Seeded Simpson” como plantas trampa de *Meloidogyne incognita* a los 25 y 30 días en tres niveles de inóculo del nematodo (0.5 J<sub>2</sub>. g-1 suelo, 1.5 J<sub>2</sub>. g-1 suelo, 2.5 J<sub>2</sub>. g-1 suelo). Se manifestó la susceptibilidad de las variedades entre los 25 y 30 días, Gómez *et al.* (2009) evaluaron la lechuga (var. *Black Seeded Simpson*), a una densidad de siembra de 49 plántulas m<sup>-2</sup> y se cosecharon a los 25-27 días. Los resultados evidenciaron que con el empleo de esta táctica fue posible reducir el índice de agallamiento de las plantas en 1,5 grados, lo que refleja una disminución en el nivel de la población de los nematodos en el suelo.

Cuadra *et al.* (2005) evaluaron 173 accesiones (líneas, híbridos y variedades pre-comerciales y comerciales de tomate), para conocer el ataque de *Meloidogyne incognita*, de las cuales 65 accesiones (37,6%) fueron muy susceptibles, 104 (60,1%) se comportaron como susceptibles y el resto resultaron resistentes. Sánchez (2007) evaluó variedades de tomate como: Nemonetta, E2532067, Charleston, Suncrets, Titán, FA1418, Sweet, Paronset, Don José, Ikram y Stacatto, presentaron un comportamiento susceptible, la variedad Sheila muestra un comportamiento susceptible no tolerante al ser aniquilada por *M. incognita*. Navarro *et al.* (2009) evaluaron la resistencia/susceptibilidad de tomate FA 572- Katherine y LT-M12 frente a *M. incognita* inoculadas con 1,5 J<sub>2</sub> de *M. incognita* por gramo de suelo. El cultivo susceptible *Cucurbita* sp. var. RG5 fue utilizado

como control de la población de nematodos. A los 60 días después se evidenció que el índice de agallamiento para los dos genotipos fueron bajos 2 - 3 con respecto al control 5 que se sitúa dentro de la categoría de muy susceptibles. Iglesias *et al.*(1996) estudiaron la capacidad hospedante de diferentes cultivos a *Meloidogyne incognita*, la prueba de patogenicidad señaló a la sesbania y el pepino como los cultivares más susceptibles al ataque de *M. incognita*.

#### **2.2.4.1. Pepino (*Cucumis sativus*).**

##### **2.2.4.1.1. Características agronómicas**

Casaca *et al.* (2005) mencionan que es una planta anual herbácea trepadora, el **sistema radicular**: alcanza una longitud de hasta 1,00 m – 1,20 m de largo, ramificándose en todas las direcciones principalmente entre los 25 a 30 cm del suelo; el **tallo principal**: es anguloso y espinoso, de porte rastrero y trepador que puede alcanzar hasta 3,5 m de altura; las **hojas**: de largo pecíolo, gran limbo acorazonado, la **flor**: de pedúnculo corto y pétalos amarillos; el **fruto**: es pepónide áspero o liso, dependiendo de la variedad, que cambia desde un color verde claro, las **semillas**: son ovales, algo aplastadas y de color blanco-amarillento.

##### **2.2.4.1.2. Requerimientos climáticos y edafológicos**

El cultivo de pepino se adapta a **clima**: templado y cálido hasta los 1,200 msnm; **humedad**: óptima durante el día del 60-70 % y durante la noche del 70 – 90 %; la **luminosidad**: crece, florece y fructifica con normalidad incluso en días cortos (con menos de 12 horas de luz); **precipitación**: baja de manera que se reduzca la incidencia de enfermedades y **suelos**: fértiles y bien drenados; desde los arenosos hasta los franco-arcillosos, el **pH**: de 5.5 - 6.8.

#### **2.2.4.2. Tomate (*Lycopersicon esculentum Mill.*)**

##### **2.2.4.2.1. Características agronómicas**

El tomate puede presentar dos hábitos de crecimiento: determinado e indeterminado; el **sistema radical**: alcanza una profundidad de hasta 2 m; el **tallo principal**: son ligeramente angulosos, semi-leñosos, de grosor mediano y con tricomas; las **hojas**: son

compuestas e imparipinnadas; las **flores**: se agrupan en inflorescencias denominadas comúnmente como “racimos”; el **fruto**: es una baya (Escalona *et al.* 2009).

#### **2.2.4.2.2. Requerimientos climáticos y edafológicos**

La luminosidad para este cultivo oscila entre las 8 y 16 horas luz al día; la **temperatura**: para un desarrollo óptimo oscilan entre los 28 - 30 °C durante el día y 15 - 18 °C durante la noche; la **humedad relativa**: óptima para el cultivo de tomate oscila entre 65 - 70 %, Corpeño (2004). Los **suelos**: profundos (1 m o más), de texturas medias permeables y sin impedimentos físicos en el perfil, el pH debe estar entre 5,5 y 6,8; (Escalona *et al.* 2009).

#### **2.2.4.3. Lechuga (*Lactuca sativa L.*)**

##### **2.2.4.3.1. Características agronómicas**

La lechuga es una planta anual, con diversidad genética, existen diferentes tipos de especies caracterizados por sus tipos de hojas y hábitos de crecimiento. La **raíz** no llega a sobrepasar los 25 cm de profundidad, es pivotante, corta y con ramificaciones; el **tallo** es cilíndrico y ramificado; Las **hojas**, desplegadas al principio; en unos casos siguen así durante todo su desarrollo en otros se acogollan más tarde. El borde de los limbos pueden ser lisos, ondulados o aserrados; las **flores**: son capítulos florales amarillos dispuestos en racimos o corimbos; el **fruto**: es indehiscente y uniseminado llamado aquenio, de 2 a 3 mm de largo; la **semilla**: en algunas variedades tienen un período de latencia después de su recolección, que es inducido por altas temperaturas (Suquilanda, 2003).

##### **2.2.4.3.2. Condiciones climáticas y edafológicas**

El cultivo de lechuga se desarrolla a una **altitud**: entre los 2200 a 2600 msnm; **temperatura**: diurnas de 15 a 18°C y nocturnas entre 3 y 8°C; **luminosidad**: requiere de condiciones de fotoperiodo largo (más de 12 horas- luz), siendo más sensibles las lechugas de hoja, que las de cabeza; **precipitación**: requiere de precipitaciones que fluctúan entre los 1200 a 1500 milímetros anuales, necesitando entre 250 a 350 milímetros durante su periodo vegetativo (Suquilanda, 1995). La **humedad relativa**: se considera el nivel adecuado es de 68 a 70%; y **suelos**: ricos en materia orgánica (Suquilanda, 2003).

### 3. TRABAJOS REALIZADOS

Hernández *et al.* (2008) evaluaron dos variedades de lechuga var. “Chile 1185-3” y “Black Seeded Simpson”, a los 25 y 30 días después de la inoculación en tres niveles de inóculo del nematodo (0.5 J2. g-1 suelo, 1.5 J2. g-1 suelo, 2.5 J2. g-1 suelo). Se manifestó la susceptibilidad de las variedades observándose los síntomas y daños en el sistema radical y la producción de ootecas y huevos a los 30 días. Se demostró que la extracción de las raíces de lechuga, utilizada como planta trampa de *Meloidogyne incognita*, de ser extendido este período, se perdería el objetivo de esta práctica cultural, con la consiguiente re-infestación del suelo, una vez que las larvas contenidas en los huevos lleguen a eclosionar.

Gómez *et al.*, (2009) evaluaron la lechuga (var. *Black Seeded Simpson*), como planta trampa de *Meloidogyne* spp, en condiciones protegidas a una densidad de siembra de 49 plántulas m<sup>2-1</sup>, se cosecharon a los 25-27 días. Los resultados evidenciaron que fue posible reducir el índice de agallamiento de las plantas en 1,5 grados, lo que refleja una disminución en el nivel de la población de los nematodos en el suelo.

Cuadra *et al.* (2000) evaluaron el efecto de cultivos de ciclo corto: lechuga, rábano, col china y acelga china, como plantas trampa, en todos los casos se comenzó y finalizó el ciclo de rotación con un cultivo muy susceptible al ataque de *M. incognita*; tales como: tomate, habichuela, escambra y pepino. En el momento de la cosecha de estos cultivos, se extrajeron las raíces del sustrato y se evaluó el grado de infestación con *M. incognita*.

Gómez *et al.* (2005) realizaron un esquema de rotación de cultivos que se plantaron después del cultivo principal (tomate) en el orden siguiente: acelga – lechuga (planta trampa) – col y tomate. Las poblaciones de nematodos formadores de agallas se redujeron de 20 a 30 J2/cm<sup>3</sup> de suelo a 2-3 J2/cm<sup>3</sup>. Además, se detectó la presencia de poblaciones mezcladas de *Meloidogyne incognita* y *M. arenaria* en la misma área de cultivo; la primera predominando en las raíces de tomate y lechuga, y la segunda en las de acelga y col.

Cuadra *et al.* (2005) evaluaron 173 accesiones (líneas, híbridos y variedades pre-comerciales y comerciales de tomate), y otras especies del género *Lycopersicon* para conocer su respuesta al ataque de *Meloidogyne incognita*. Se obtuvo que 65 accesiones



(37,6%) fueron muy susceptibles, 104 (60,1%) se comportaron como susceptibles, el resto fueron resistentes.

Sánchez (2007) evaluaron variedades como: Nemonetta, E2532067, Charleston, Suncrets, Titán, FA1418, Sweet, Paronset, Don José, Ikram y Stacatto, presentaron un comportamiento susceptible tolerante con incrementos de la población de 1,1 a 5,4 veces y rendimientos que, estadísticamente no difieren de las plantas con nematodos y las sin nematodos. En cambio la variedad *Sheila* muestra un comportamiento susceptible no tolerante al ser aniquilada por *M. incognita*

Navarro *et al.* (2009) bajo condiciones semi-controladas evaluaron la resistencia susceptible de los híbridos de tomate FA 572- Katherine y LT-M12 frente a *M. incognita* inoculadas con 1,5 J2 de *M. incognita* por gramo de suelo. El cultivo susceptible *Cucurbita sp. var. RG5* fue utilizado como control. A los 60 días después de la inoculación se evidenció que los IA para los dos genotipos fueron bajos de 2 - 3 con respecto al control 5. El índice de reproducción obtenido los sitúa dentro de la categoría de muy susceptibles, la reproducción tuvo un incremento de más del 50 % con respecto al cultivo susceptible utilizado como control.

Iglesias *et al.* (1996) estudiaron la capacidad hospedante de diferentes cultivos a *Meloidogyne incognita*, los datos se procesaron mediante un modelo lineal y para la significación se empleó la prueba de Duncan. La prueba de patogenicidad señaló a la sesbania y el pepino como los cultivares más susceptibles al ataque de *M. incognita*; las leguminosas, en sentido general, resultaron ser resistentes al nematodo, destacándose el maní como inmune a su ataque.

Cuadra *et al.* (2002) estudiaron la incidencia de nematodos en 94 variedades pertenecientes a 42 especies de plantas hortícolas, condimenticias y medicinales sembradas en organopónicos. Se obtuvo que el nematodo de las agallas (*Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood) raza 2 estaba presente en los tres organopónicos estudiados, con la mayor incidencia en el INRE I. Más del 50% de las variedades de las 42 especies que se siembran en estos organopónicos, de ellas las que se cultivaron en mayores áreas son susceptibles y muy susceptibles al ataque de esta plaga.

**Sesbania:** género perteneciente a la familia de las leguminosas (Fabaceae). Incluye 139 especies. Es el único género de la tribu Sesbanieae. Se utilizan para el estudio de *Meloidogyne incognita*.

## 4. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1. Descripción y ubicación del trabajo.

La fase de campo se realizó bajo condiciones de invernadero en la Quinta Experimental Docente “La Argelia”, de la Universidad Nacional de Loja (**Anexo 1**). El procesamiento de muestras, cuantificación de poblaciones y preparación de inóculo inicial ( $\pi$ ) se realizaron en el laboratorio de Sanidad Vegetal de la Universidad Nacional de Loja. La Estación Docente “La Argelia”, se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas planas.

- ✓ Norte: 9554 365 UTM
- ✓ Este: 700 452 UTM
- ✓ Altitud: 2 100 msnm.

**4.1.1. Clasificación Climática de la Estación Docente “La Argelia”.** Las condiciones climáticas promedias según la Estación Meteorológica “La Argelia” 2008; en un registro de 42 años, son las siguientes:

- Precipitación anual de 906,9 mm/año
- Temperatura media anual de 15,5 °C,
- Temperatura máxima de 27,8 °C
- Temperatura mínima 3°C
- Humedad relativa máxima de 78 %
- Humedad relativa mínima de 72 %.
- Humedad relativa media 74 %
- Velocidad del viento media 3,1 m/s

**4.1.2. Clasificación Ecológica:** ecológicamente se define: Según Koopen: Templado lluvioso, mesotérmico, frío o isotermal. Zonas de vida según Holdridge: Bosque seco montano bajo bs-Mb (Álvarez, 2009).

### 4.1.3. Condiciones edáficas y climáticas

Los suelos del sector Los Molinos de la Estación Docente “La Argelia”, son pesados, mismos que van de textura franco a franco arcillosa con mal drenaje y pobres en materia orgánica y medianamente profundos Valarézo *et al.* (1998); Por las razones indicadas la

superficie bajo invernadero ha sido modificada en su estructura incorporando materiales ricos en materia orgánica y arena.

Los análisis físico – químicos realizados en el laboratorio de suelos de la UNL, determinaron el suelo del invernadero suelo con textura franco, pH 6.1 (ligeramente ácido), materia orgánica: 3 (media), nitrógeno: 129,9 ppm (muy alto), fósforo: 667,9 ppm (muy alto), Potasio: 400,6 ppm (muy alto). (**Anexo 2**).

Además se incorporó inóculo obtenido de agallas de raíces de tomate y suelo de la rizosfera de las plantas infestadas hasta completar una población de 2618 J2 por planta aproximadamente.

#### **4.2. Materiales**

**Materiales de campo:** semillas y plántulas de tomate, lechuga y pepino, tijeras de podar, fundas de polietileno, humus, gavetas germinadoras, etiquetas, trasplantador, lampa.

**Materiales de oficina:** computadora, calculadora, material bibliográfico, registros de temperatura y humedad, registros de cuantificación de suelo y de agallas de raíces.

**Materiales de laboratorio:** cajas petri, alcohol, jeringas, vaso de precipitación, algodón, estereoscopio, mandil, licuadora, platos calados, tamices nematológicos, franela.

**4.3. Metodología del Primer Objetivo:** *“Evaluar la eficacia de 12 plantas atrapadoras del nematodo agallador de las raíces *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White, 1919) Chitwood, 1949 bajo condiciones de invernadero”.*

**4.3.1.Preparación de semilleros:** se realizó en bandejas germinadoras de polietileno, colocando 2 a 3 semillas por/alveolo en tomate y lechuga, en el caso del pepino 1 semilla por/alveolo, se empleó como sustrato turba enriquecida con nutrientes, desinfectada con captan 80 en dosis de 1.0 g por litro de agua.

**4.3.2.Recolección y preparación de inóculo de *Meloidogyne incognita*:** el inóculo recolectado consistió en Juveniles J2 obtenidas del suelo de la rizósfera y de agallas de raíces de plantas de tomate en su fase final de cosecha. Las agallas se procesaron según la metodología de Taylor (1983), que consiste en: lavado y picado de las raíces

agalladas, de las cuales se tomaron 10 gramos al azar; se licuo durante 5 segundos, y el lavado por un minuto (cada tamiz), mediante el uso de 3 tamices de diferentes tamaños de poros nematológicos número 100 – 250 y 400u, se recogió el lavado de la muestra en vasos de precipitación, de 40 a 60 ml.

Las muestras de suelo se procesaron utilizando el método de platos calados Baermann modificado propuesto por Christie y Perry (1951) referido por Thorne (1961) y por Hooper *et al.* (2005), que consiste en: en colocar los 100 cm<sup>3</sup> de suelo sobre papel Klinnex ubicado sobre el plato calado, se añadió suficiente cantidad de agua (humedecido todo el suelo) y se dejó por 96 horas. La cantidad de agua recuperada de cada plato, se colocó en un vaso de precipitación, se homogenizó la muestra realizando la suspensión de J2, se tomó 5 alícuotas de 2 ml cada una, para sacar un promedio/2ml. La cuantificación se realizó contabilizando Juveniles (J2) en 5 alícuotas de 2 ml cuya cantidad se relaciona al volumen de agua aforado aplicando regla de tres simple (ejemplo si en 2 ml existen 10 J2 en 100 ml cuántos).

**4.3.3.Preparación del terreno:** consistió en arado, rastrillado, surcado y trazado de parcelas de acuerdo al diseño experimental de bloques al azar como se evidencia en la figura 4.

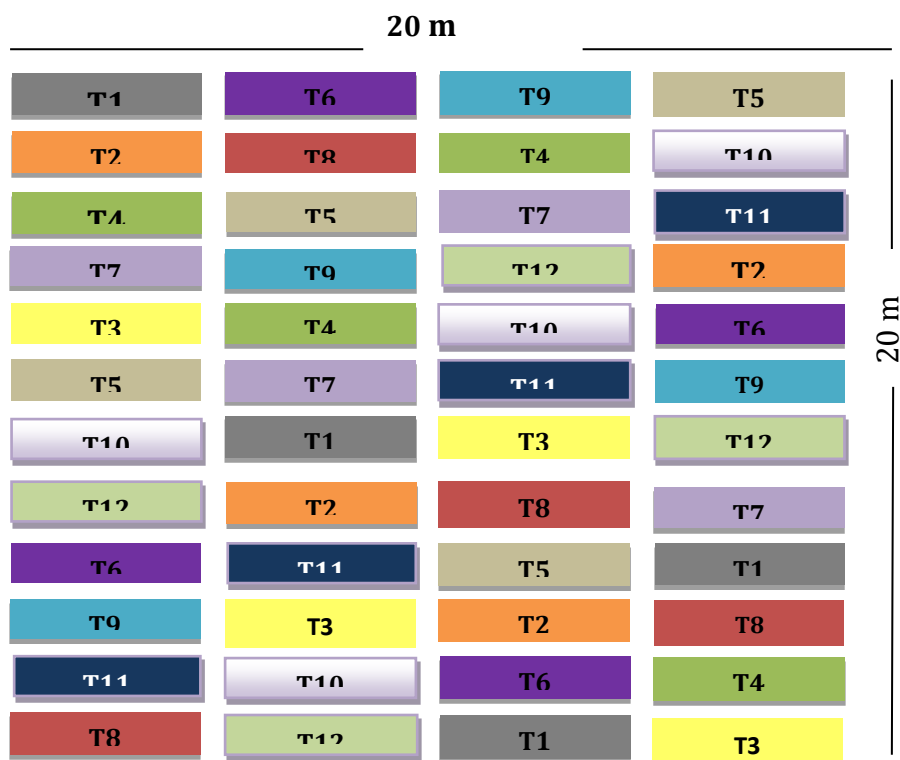
**4.3.4.Variables Independientes:** se evaluaron 12 variedades de tres especies hortícolas, se presenta en el cuadro 1.

**Cuadro 1.** Tratamientos (plantas) utilizados como atraparoras del nematodo agallador *Meloidogyne incognita* en condiciones de invernadero.

TRATAMIENTOS	MATERIAL VEGETAL
Tratamiento 1	Tomate (var. <i>Floradade</i> )
Tratamiento 2	Tomate (var. <i>Caribe</i> )
Tratamiento 3	Tomate (var. <i>Rio grande</i> )
Tratamiento 4	Tomate (var. <i>Red cherry large</i> )
Tratamiento 5	Lechuga (var. <i>Dark Green Boston</i> )
Tratamiento 6	Lechuga (var. <i>White Boston</i> )
Tratamiento 7	Lechuga (var. <i>Great Lakes</i> )
Tratamiento 8	Lechuga (var. <i>Cisco</i> )
Tratamiento 9	Pepino (var. <i>Thunder</i> )
Tratamiento 10	Pepino (var. <i>Diamante</i> )
Tratamiento 11	Pepino (var. <i>Marketmore</i> )
Tratamiento 12	Pepino (var. <i>Athena</i> )

#### 4.3.5. Variables dependientes

- ∅ Grado de agallamiento radical de las plantas
- ∅ Población de nematodos por 100 cm<sup>3</sup> de suelo
- ∅ Población de nematodos por 10 gramos de raíz



**Figura 4.** Esquema de campo del diseño bloques al azar con 12 tratamientos, cuatro repeticiones y 24 plantas/unidad experimental.

#### Características técnicas del diseño experimental:

- Unidad experimental: parcelas de 1,20 m x 2,50 m = 3m<sup>2</sup>
- Número de tratamientos: 12
- Número de bloques o réplicas: 4
- Número de parcelas experimentales/tratamiento: 4
- Número de surcos/parcela: 2
- Número de plantas/parcela: 24
- Distancia entre plantas: 0,20m
- Distancia entre hilera: 0,60 m
- Distancia entre parcelas: 1.0 m
- Distancia entre bloques: 1.50 m
- Área útil total/tratamiento: 12m<sup>2</sup> = 144m<sup>2</sup>

- Área no útil del ensayo: 256m<sup>2</sup>
- Área total del ensayo: 400 m<sup>2</sup>

**4.3.6. Inoculación en las parcelas:** se inoculó una población total de 4'317202 J2 por parcela de 3m<sup>2</sup> 91301,70 J2; por planta (24 plantas/parcela) 3804,23 J2 y por m<sup>2</sup> 30433.90 J2. La inoculación se realizó licuando las agallas (4400 g), se preparó una suspensión de agua + nematodos (96 litros de agua), el suelo infestado se mezcló con humus de acuerdo al diseño experimental; se esparció la suspensión (agua + nematodos) en todas las superficies de las parcelas. La inoculación se realizó mezclando la suspensión de nematodos, con la tierra en cada parcela para garantizar poblaciones homogéneas en todas las plantas.

**4.3.7. Población de J2 sobreviviente una semana después de la inoculación:** con el fin de conocer la población inicial real ( $\pi_i$ ) de J2 8 días después de inoculado el suelo, se tomó muestras a cinco centímetros de profundidad en las 48 parcelas (5 muestras/parcela), se trituró y homogenizó la muestra de suelo, se pesó 100 cm<sup>3</sup> de la muestra y se procesaron según la metodología de Baermann modificado propuesto por Christie y Perry (1951) referido por Thorne (1961) y por Hooper *et al.* (2005).

Para determinar la cantidad poblacional de J2/parcela se realizó en base a la población por 100 cm<sup>3</sup> de suelo 2094,5 J2, tomando en cuenta el volumen de la parcela 3000 cm<sup>3</sup>, se determinó 62836 J2/parcela, por las 48 parcelas dando un total de 3'016128 J2. Se determinó una población de 2618 J2/planta y 41890 J2/m<sup>2</sup> sobrevivientes.

**4.3.8. Trasplante de las plántulas:** se realizó cuando las plántulas tenían tres semanas de edad, según el diseño experimental establecido (bloques al azar), colocando 24 plantas/parcela en dos hileras a una distancia de 0,40 m entre hileras y 0,20 m entre plantas, colocando una planta/hoyo.

**4.3.9. Registro de datos de temperatura y humedad:** se registró diariamente datos de temperatura y humedad relativa a las 7H00, 10H00, 13H00, 16H00 y 18H00 horas, con el apoyo de un higró-termómetro, permitiendo evidenciar el comportamiento agronómico de las plantas y los niveles de parasitismo de nematodo *Meloidogyne incognita* (**Anexo 3**).

**4.3.10. Manejo agro-técnico de los cultivos:** durante un período de cinco semanas, se garantizó el manejo agro-técnico como: deshierbe, aporque y riego localizado (goteo).

**4.3.11. Desmontaje y evaluación del ensayo:** el ensayo se evaluó a las cinco semanas después del trasplante mediante la extracción de las plantas con su sistema radical completo. Se evaluaron 10 plantas/replica/parcela, 40 plantas/tratamiento, las siguientes variables:

**Índice de agallamiento:** Se determinó según la escala cuali-cuantitativa de diez grados de Bridge y Page (1980) en la cual el grado 0 representa plantas totalmente sanas y el grado 10 plantas totalmente agalladas y deterioradas. **(Anexo 4).**

La **población de nematodos en 10 g de raíces**, se utilizó la metodología de Taylor (1983), y la **población de nematodos en 100 cm<sup>3</sup> de suelo**, se aplicó el método de platos calados Baermann modificado propuesto por Christie y Perry (1951) referido por Thorne (1961) y por Hooper *et al.* (2005).

**4.3.12. Ciclos de cultivos:** se realizó tres siembras de cultivos con las mismas variedades y el diseño experimental en el área del terreno infestado.

#### **4.3.13. Modelo matemático del Diseño Bloques al Azar**

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

**Dónde:**

$Y_{ij}$  Observación en la unidad experimental sometida al i-ésimo tratamiento en la j-ésima réplica.

$\mu$  Media de las media ( $\mu_i$ )

$\alpha_i$  Efecto del i-ésimo tratamiento

$\beta_j$  Efecto del j-ésimo bloque o réplica

$\varepsilon_{ij}$  Valores de variables aleatorias independientes normalmente distribuidas que tienen media cero y varianza  $\sigma^2$  (error experimental).

#### **4.3.14. Hipótesis para tratamientos:**

$H_0$ : Los 12 tratamientos con plantas trampa evaluados no difieren estadísticamente al nivel del 5 % de significancia en el control del nematodo agallador de las raíces *Meloidogyne incognita*.

H<sub>1</sub>: Al menos dos de los 12 tratamientos con plantas trampa difieren estadísticamente al nivel del 5 % de significancia en el control de *Meloidogyne incognita*.

#### 4.3.15. Hipótesis para réplicas:

H<sub>0</sub>: El efecto de las réplicas en el control del nematodo agallador *Meloidogyne incognita* con 12 plantas trampa (incluido Testigo) no difiere estadísticamente al nivel del 5 % de significancia.

H<sub>1</sub>: El efecto de al menos dos replicas en el control del nematodo agallador con plantas trampa difieren estadísticamente al nivel del 5 % de significancia.

Para probar o rechazar la hipótesis nula y alternativa, tanto para tratamientos como para réplicas se realizó el análisis de varianza (ADEVA) utilizando la siguiente tabla:

#### Análisis de varianza

Fuente de variación	GL	SC	CM	Relación F
Réplicas o bloques	r-1	SCr	CMr	CMr/CMe
Tratamientos	t-1	SCt	CMt	CMt/CMe
Error experimental	(r-1)( t-1)	SCe	CMe	
<b>Total</b>	<b>n-1</b>	<b>SCT</b>		

#### Dónde:

**GL** = Grados de libertad

**SC** = Suma de cuadrados

**CM** = Cuadrados medios

Media general de los datos

$$y = \frac{GT}{n}$$

Desviación estándar

$$s = \frac{n}{\sqrt{CMe}}$$

Error Estándar de la media de tratamientos  $y = \frac{GT}{n}$

Coefficiente de variación

$$CV = \frac{s}{y}$$



### **Prueba de rangos múltiples de Tukey**

Para determinar la eficiencia de los tratamientos se realizó mediante la prueba de rangos múltiples de TUKEY.

El estadístico de Tukeyes:  $DMSt = qa, gld; (1-\alpha) \sqrt{\frac{CMD}{n}}$

#### **Dónde:**

qa,gld; (1- $\alpha$ ) es el cuantil (1- $\alpha$ ) que se obtiene de la distribución de Rangos Studentizados para tratamientos y los grados de libertad.

$\alpha$ : nivel de significación en base al cual se rechazó la H0 del ANAVA

CMD: cuadrado medio del error

n: es el número de repeticiones en base a las que se calculan las medias muestrales.

**4.4. Metodología del segundo Objetivo:** *“Generar una propuesta alternativa de control biológico del nematodo agallador de las raíces *Meloidogyne incognita* (Kofeit and White, 1919) Chitwood, 1949 seleccionando plantas atrapadoras eficientes, y existentes en la provincia de Loja”.*

En base a la experiencia obtenida en la investigación respecto a metodologías y resultados, se elaboró una propuesta de control biológico del nematodo *Meloidogyne incógnita* seleccionando las plantas atrapadoras con mayor eficiencia, existentes en la provincia de Loja” para los agricultores de la provincia y el país. **(Anexo 5).**

**4.5. Metodología del tercer Objetivo:** *“Socializar los resultados de la investigación a nivel de estudiantes, docentes, técnicos y productores, por diferentes medios de difusión de la información”.*

En el período de culminación de la investigación, se realizó un día de campo con la participación de estudiantes del colegio San Francisco, docentes-técnicos y trabajadores de la Quinta Experimental Docente “La Argelia”.

El desarrollo del día de campo se realizó en el invernadero con el III ciclo de cultivo, ubicado en la Quinta Experimental Docente La Argelia, de acuerdo a la agenda de actividades **(Anexo 6).**

## 5. RESULTADOS

**5.1.** Evaluación de la eficacia de 12 plantas atraparoras del nematodo agallador de raíces *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White, 1919) Chitwood, 1949.

En los subsiguientes cuadros se presenta los análisis estadísticos de cada variable evaluada: índice de agallamiento, población de J2 por 10 g de raíz y población de J2 por 100 cm<sup>3</sup> de suelo, de los 3 ciclos de cultivos.

### 5.1.1. Índice de agallamiento según la escala de Bridge Page (1980).

En el **Cuadro 2**, respecto al Índice de agallamiento: en los tres ciclos de cultivos continuos, el análisis estadístico mostró diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos, según la prueba de Tukey al 5%.

En el **primer ciclo** los valores promedios de agallamiento se ubican en un rango de 2.15 a 1.0, se destacan en orden de eficacia los tratamientos del cultivo de pepino el T11 (*var. Marketmore*), T12 (*var. Athena*), T10 (*var. Diamante*) y T9 (*var. Thunder*) con promedios de 2.15, 2.10, 2.00 y 1.98, respectivamente que no difieren estadísticamente al 5 %; los tratamientos menos eficaces en su orden respectivo son el T8, T6, T5, T7, T3, T4, T2, T1, con promedios de 1.90 a 1.0.

En el **segundo ciclo**, los valores promedios en un rango de 2.60 a 1.40, sobresalen en orden de eficacia los tratamientos del cultivo de pepino el T12 (*var. Athena*), T10 (*var. Diamante*), T11 (*var. Marketmore*), T9 (*var. Thunder*), y el cultivo de tomate el T1 (*var. Floradade*), T2 (*var. Caribe*); con promedios de 2.60, 2.55, 2.50, 2.48, 2.40, 2.33, respectivamente que no difieren estadísticamente al 5 %; los tratamientos menos eficaces en el orden respectivo son: el T3, T4, T7, T6, T5, T8; con promedios de 2.15 a 1.40.

En el **tercer ciclo**, con valores promedios en un rango de 1.23 a 0.60, se destacan en orden de eficacia los tratamientos: pepino el T12 (*var. Athena*), lechuga T7 (*var. Greak Lakes*), tomate T2 (*var. Caribe*), pepino T9 (*var. Thunder*), tomate T1 (*var. Floradade*), lechuga T6 (*var. White Boston*), tomate T4 (*var. Red Cherry*), pepino T11 (*var. Marketmore*), T10 (*var. (Diamante)*); con promedios de 1.23, 1.20, 1.20, 1.13, 1.10, 1.10, 1.05, 1.05, 1.03, respectivamente que no difieren estadísticamente al 5 %; los

tratamientos menos eficaces son el T3, T5, T8, con promedios de 0.60 a 0.85, en su orden respectivo.

**Cuadro 2.** Índice de agallamiento Bridge y Page (1980) en las plantas trampa de *M. incognita*, en los tres ciclos de cultivos bajo condiciones de invernadero, Loja 2014.

Nº DE TRATAMIENTOS	Índice de agallamiento (Bridge y Page, 1980) Ciclo I		Índice de agallamiento (Bridge y Page, 1980) Ciclo II		Índice de agallamiento (Bridge y Page, 1980) Ciclo III	
	X orig.	X transf.	X orig.	X transf.	X orig.	X transf.
T1 (Tomate var. <i>Floradade</i> )	1,90	1,70 abc	2,33	1,82 bc	1,10	1,45 ab
T2 (Tomate Var. <i>Caribe</i> )	1,88	1,69 abc	2,40	1,84 bc	1,20	1,48 a
T3 (Tomate Var. <i>Rio Grande</i> )	1,55	1,59 bc	2,15	1,77 cd	0,85	1,36 cd
T4 (Tomate var. <i>Red Cherry</i> )	1,75	1,65 abc	2,10	1,76 d	1,05	1,43 ab
T5 (Lechuga Var. <i>Dark Green Boston</i> )	1,05	1,43 d	1,45	1,57 fg	0,75	1,32 de
T6 (Lechuga var. <i>White Boston</i> )	1,03	1,42 d	1,60	1,61 f	1,10	1,45 ab
T7 (Lechuga var. <i>Greak Lakes</i> )	1,50	1,58 c	1,83	1,68 e	1,20	1,48 a
T8 (Lechuga var. <i>Cisco</i> )	1,00	1,41 d	1,40	1,55 g	0,60	1,26 e
T9 (Pepino var. <i>Thunder</i> )	1,98	1,72 ab	2,48	1,86 ab	1,13	1,46 ab
T10 (Pepino var. <i>Diamante</i> )	2,00	1,73 a	2,55	1,88 ab	1,03	1,42bc
T11 (Pepino var. <i>Marketmore</i> )	2,15	1,77 a	2,50	1,87 ab	1,05	1,43 ab
T12 (Pepino var. <i>Athena</i> )	2,10	1,76 a	2,60	1,90 a	1,23	1,49 a
ESx		0,05*		0,02		0,73*
C.V. (%)		5,83		2,73		4,63

Los tratamientos con respecto a las medias con las letras iguales, no difieren significativamente, según Tukey ( $p \leq 0.05$ ).

### 5.1.2. Población de nematodos por 10 g de raíz según la metodología de Taylor (1983).

En el Cuadro 3, el análisis estadístico respecto a la población de nematodos capturados por 10 g de raíz, en los tres ciclos de cultivos continuos mostró diferencias altamente significativas entre los tratamientos según la prueba Tukey al 0,5 %.

En el **primer ciclo** los valores promedios están en un rango de 2014.05 J2 a 305,60 J2, se destacan en orden de eficacia, los tratamientos del cultivo de pepino el T12 (*var. Athena*), T10 (*var. Diamante*), T11 (*var. Marketmore*), T9 (*var. Thunder*) con promedios de 2014.05 J2; 2013.83 J2; 1720.00; 1444.28 J2, respectivamente que no difieren estadísticamente al 5 %; los tratamientos menos eficaces en su orden respectivo son T1, T5, T2, T7, T8, T4, T3, T6; con promedios de 483 J2 a 305,60 J2.

En el **segundo ciclo**, los valores promedios están en un rango de 2252.9 J2 a 463.9 J2, sobresalen en orden de eficacia los tratamientos del cultivo de pepino T12 (*var. Athena*), T10 (*var. Diamante*), T11 (*var. Marketmore*), T9 (*var. Thunder*); con promedios de 2252.9 J2, 2205.3 J2, 2049.3J2, 1861.1 J2, respectivamente que no difieren estadísticamente al 5 %; los tratamientos menos eficaces son T1, T2, T7, T4, T3, T5, T6, T8 con promedios de 823.8 J2 a 463.9 J2, en su respectivo orden.

En el **tercer ciclo**, con valores promedios en un rango de 371.9 J2 a 175.7 J2, se destacan por el orden de eficacia los tratamientos: el pepino T12 (*var. Athena*), tomate T1 (*var. Floradade*), T2 (*var. Caribe*), pepino T11 (*var. Marketmore*), T10 (*var. Diamante*), T9 (*var. Thunder*); con promedios de 371.9 J2, 345.5 J2, 335.1 J2, 321.5 J2, 311.6, 308.3, respectivamente que no difieren estadísticamente al 5 %, los tratamientos menos eficaces son T7, T3, T6, T4, T8, T5, con promedios de 269.3 J2 a 175.7J2, en su respectivo orden.

**Cuadro 3.** Población de nematodos por 10 g de raíz Taylor y Sasser (1983), en los tres ciclos de cultivos, bajo condiciones de invernadero, Loja 2014.

Nº DE TRATAMIENTOS	Nº de J <sub>2</sub> /10 g de raíz Ciclo I		Nº de J <sub>2</sub> /10 g de raíz Ciclo II		Nº de J <sub>2</sub> /10 g de raíz Ciclo III	
	X orig.	X transf.	X orig.	X transf.	X orig.	X transf.
T1 (Tomate var. <i>Floradade</i> )	483,00	21,94 d	809,0	28,42 cd	345,5	18,6 ab
T2 (Tomate var. <i>Caribe</i> )	444,15	21,04def	506,0	22,43 e	335,1	18,2 ab
T3 (Tomate var. <i>Rio Grande</i> )	338,53	18,39 g	960,9	30,92 bc	256,7	16,0 d
T4 (Tomate var. <i>Red Cherry</i> )	345,65	18,58 g	767,2	27,61 d	231,8	15,2 d
T5 (Lechuga var. <i>Dark Green Boston</i> )	460,88	21,42 de	1054,3	32,41 ab	175,7	13,2 e
T6 (Lechuga var. <i>White Boston</i> )	305,60	17,48 g	909,4	30,14 bcd	256,0	16,0 d
T7 (Lechuga var. <i>Greak Lakes</i> )	376,30	19,35efg	822,2	28,56 cd	269,3	16,4 cd
T8 (Lechuga var. <i>Cisco</i> )	356,25	18,82fg	1213,7	34,80 a	182,7	13,5 e
T9 (Pepino var. <i>Thunder</i> )	1444,28	37,99 c	578,3	23,88 e	308,3	17,5 bc
T10 (Pepino var. <i>Diamante</i> )	2013,83	44,86 a	312,8	17,68 f	311,6	17,6 bc
T11 (Pepino var. <i>Marketmore</i> )	1720,00	41,47 b	329,8	18,13 f	321,5	17,9 abc
T12 (Pepino var. <i>Athena</i> )	2014,05	44,76 a	344,8	18,53 f	371,9	19,3 a
ESx		0,80*		1,04*		0,51*
C.V. (%)		5,87		7,95		6,09

Los tratamientos respecto a las medias con las letras iguales, no difieren significativamente, según la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ).

### 5.1.3. Población de nematodos por 100 cm<sup>3</sup> de suelo utilizando el método de platos calados Baermann modificado.

En el cuadro 4, se presenta el análisis estadístico para población de nematodos por 100 cm<sup>3</sup> de suelo), en los tres ciclos de cultivos continuos mostro diferencias altamente significativas entre los tratamientos según la prueba Tukey al 5 %.

En el **primer ciclo** los valores promedios se ubican en un rango de 1628.8 J2 a 980 J2, se destacan en orden de eficacia los tratamientos del cultivo de lechuga T7 (*var. Greak Lakes*), el cultivo de pepino T12 (*var. Athena*), T10 (*var. Diamante*), T11 (*var. Marketmore*), con promedios de 848.1 J2, 866.8 J2, 871.2 J2 y 980.1 J2, respectivamente sin diferencias estadísticas entre ellos; los tratamientos menos eficientes son el T8, T5, T6, T3, T4, T9, T2, T1 con promedios de 1115.9 J2 a 1628.8 J2.

En el **segundo ciclo**, con valores promedios en un rango de 344.8 J2 a 1213.7 J2, sobresalen en su orden de eficacia los tratamientos del cultivo de pepino T12 (*var. Athena*), T11 (*var. Marketmore*), T10 (*var. Diamante*), T9 (*var. Thunder*), y el cultivo de tomate T2 (*var. Caribe*); con promedios de 344.8 J2, 329.8 J2, 312.8, 578.2 J2, 506 J2, que no difieren estadísticamente al 5 %; los tratamientos menos eficientes son el T4, T1, T7, T6, T3, T5, T8; con promedios de 767.2 J2 a 1213.7 J2, en su orden respectivo.

En el **tercer ciclo**, con valores promedios en un rango de 201.9 J2 a 541.1. J2, se destacan en orden de eficacia los tratamientos del cultivo de pepino T12 (*var. Athena*), T11 (*var. Marketmore*), T10 (*var. Diamante*), T9 (*var. Thunder*) con promedios de 201.9 J2, 240.4 J2, 263.7 J2, 290.6 J2; que no difieren estadísticamente al 5 %; los tratamientos menos eficientes son el T1, T2, T7, T3, T6, T4, T5, T8, con promedios de 311 J2 a 541.1 J2, en su respectivo orden.

**Cuadro 4.** Población de nematodos por 100 cm<sup>3</sup> de suelo Baermann modificado, en los tres ciclos de cultivos bajo condiciones de invernadero, Loja 2014.

Nº DE TRATAMIENTOS	Nº de J <sub>2</sub> /100 cm <sup>3</sup> suelo Ciclo I		Nº de J <sub>2</sub> /100 cm <sup>3</sup> suelo Ciclo II		Nº de J <sub>2</sub> /100 cm <sup>3</sup> suelo Ciclo III	
	X orig.	X transf.	X orig.	X transf.	X orig.	X transf.
T1 (Tomate var. <i>Floradade</i> )	1115,9	33,4 d	809,0	28,42 cd	311,0	17,6 fg
T2 (Tomate var. <i>Caribe</i> )	1264,6	35,5 c	506,0	22,43 e	318,7	17,8 efg
T3 (Tomate var. <i>Rio Grande</i> )	1546,1	39,3 ab	960,9	30,92 bc	379,5	19,4 cde
T4 (Tomate var. <i>Red Cherry</i> )	1437,5	37,9 b	767,2	27,61 d	436,0	20,9 bc
T5 (Lechuga var. <i>Dark Green Boston</i> )	1602,3	40,0 a	1054,3	32,41 ab	459,9	21,4 b
T6 (Lechuga var. <i>White Boston</i> )	1545,5	39,3 ab	909,4	30,14 bcd	381,0	19,5 cd
T7 (Lechuga var. <i>Greak Lakes</i> )	848,1	29,1 f	822,2	28,56 cd	349,1	18,6 def
T8 (Lechuga var. <i>Cisco</i> )	1628,8	40,3 a	1213,7	34,80 a	541,1	23,2 a
T9 (Pepino var. <i>Thunder</i> )	1155,3	34,0 cd	578,3	23,88 e	290,6	17,0 fgh
T10 (Pepino var. <i>Diamante</i> )	871,2	29,5 ef	312,8	17,68 f	263,7	16,2 ghi
T11 (Pepino var. <i>Marketmore</i> )	980,1	31,3 e	329,8	18,13 f	240,4	15,5 hi
T12 (Pepino var. <i>Athena</i> )	866,8	29,4 ef	344,8	18,53 f	201,9	15,0 i
ESx		0,71*		1,04*		0,57*
C.V. (%)		4,07		7,95		6,11

Los tratamientos respecto a las medias con las letras iguales, no difieren significativamente, según la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ).

## 6. DISCUSIONES

Los resultados obtenidos permiten evidenciar que siete tratamientos presentaron mayor índice de agallamiento en los tres ciclos de cultivos continuos, en un lapso de 5 semanas; con promedios: el cultivo de pepino T12 (*var. Athena*) 1.97; T11 (*var. Marketmore*) 1.90; T10 (*var. Diamante*) 1.86; T9 (*var. Thunder*) 1.86; el cultivo de tomate T2 (*var. Caribe*) 1.82; T1 (*var. Floradade*) 1.77; y en el cultivo de lechuga T7 (*var. Greak Lakes*) 1,51; respectivamente, esto se corroborara lo planteado por Navarro *et al.* (2009) evaluaron el cultivo susceptible *Cucurbita* sp. var. RG5 como control de la población de nematodos, a los 60 días presento un índice de agallamiento de 5 que se sitúa dentro de la categoría muy susceptible, Iglesias *et al.* (1996) estudiaron la capacidad hospedante de diferentes cultivos donde la prueba de patogenicidad señaló a la sesbania y el pepino como los cultivares más susceptibles al ataque de *M. incognita*, Gómez *et al.* (2009) utilizaron lechuga como planta trampa y logro reducir la población inicial (pi) en 1,5 grados.

Así mismo Gómez *et al.* (2005) evaluaron rotación de cultivos donde el cultivo principal fue tomate, utilizo como plantas trampa lechuga, acelga y col, al extraer las raíces de lechuga presentaron un grado de agallamiento de 3, categorizándolo como altamente susceptible a *Meloidogyne incognita*, las raíces de acelga y col con grado de agallamiento 2 y 3, en ambos cultivos se constató la especie de *M. arenaria*. También Cuadra *et al.* (2005) evaluaron lechuga y rábano como plantas trampa de *Meloidogyne incognita* a los 35 días, presentaron índice de agallamiento de grado 2 y 3 de infestación inicial, donde no habían completado su ciclo biológico; y León *et al.* (2000) utilizaron lechuga como cultivo susceptible a *M incognita* donde observo algunas plantas con presencia de nódulos con un índice de nodulación de 1.

Respecto a los resultados de J2 capturados por 10 g de raíz, se evidencia que los tratamientos eficaces son las cuatro variedades de pepino: T12 (*var. Athena*), T11 (*var. Marketmore*), T10 (*var. Diamante*), T9 (*var. Thunder*), dos var. de tomate: T2 (*var. Caribe*), T1 (*var. Floradade*) y una var. de lechuga T7 (*var. Greak Lakes*), lograron capturar mayor cantidad de J2 en el sistema radical. Trabajos similares realizó Cuadra *et al.* (2005) evaluaron el rábano y lechuga como plantas trampa de *Meloidogyne incognita* a los 35 días en el momento de cosechar la lechuga y el rábano, la mayoría de los juveniles penetraron las raíces de ambos cultivos, así mismo determinaron que cuando se dejó completar el ciclo de desarrollo de la lechuga, los daños ocasionados por *M. incognita* en las raíces aumentaron influyendo en los rendimientos. También Datta *et al.* (2000) demostraron que diferentes especies de plantas son capaces de atraer juveniles de *Meloidogne incognita* (Kofoid y White) Chitwood en el suelo y que pueden



ser sembradas de forma conjunta con otros cultivos “captando así las infestaciones”; así mismo señalan Hernández *et al.* (2008) que la extracción de las raíces debe realizarse entre los 25 y 28 días de ser extendido este período, se perdería el objetivo de esta práctica cultural, con la consiguiente re-infestación del suelo, una vez que las larvas contenidas en los huevos lleguen a eclosionar durante la cosecha, así mismo al extraer las plantas con la mayor parte de las raíces, separar y destruir por incineración fuera del área.

En los resultados obtenidos en los tres ciclo de cultivos continuos respecto a la disminución de J2 por 100 cm<sup>3</sup> de suelo, son más eficientes como plantas trampa de *Meloidogyne incognita*, el cultivo de pepino: T12 (*var. Athena*) el 90,35 %; T11 (*var. Marketmore*) 88,51%; T10 (*var. Diamante*) 87,40%; T9 (*var. Thunder*) 86,15%; en el cultivo de tomate: T1 (*var. Floradade*) 85,14%; T2 (*var. Caribe*) 84,78% y en el cultivo de lechuga: T7 (*var. Greak Lakes*) 81,80%; respectivamente. Los resultados expuestos, se relacionan con lo planteado por Gómez *et al.* (2005) demuestran que la rotación de cultivos, aún en presencia de poblaciones mezcladas lograron reducir hasta el 90% por cm<sup>2</sup> de poblaciones de *Meloidogyne spp.* del suelo.

Así mismo Dementeva *et al.* (1979) lograron reducir la población inicial de *Meloidogyne spp* de 94,38 % J2/m<sup>3</sup>, utilizaron eneldo (*Anethum graveolens* L.) como planta trampa. También Cuadra *et al.* (2000) utilizaron lechuga y rábano como plantas trampa, y lograron reducir las poblaciones de *M. incognita* hasta un 50%, y por Cuadra *et al.* (2005) evaluaron el rábano y lechuga como plantas trampa de *Meloidogyne incognita* a los 35 días en el momento de cosechar, más del 90% de los J2 fueron eliminados del sustrato. Así mismo Melakeberhan *et al.* (2006) lograron disminuir poblaciones de *Meloidogyne hapla* Chitwood. Igualmente Main *et al.* (1998) y Gray *et al.* (2000) demostraron que otros nematodos endoparásitos sedentarios, por ejemplo *Nacobbus aberrans* (Thorne) Thorne y Allen, especies de *Globodera* Skarbilovich y *Heterodera schachtii* Schmidt en trigo, también son susceptibles de ser manejados a través del uso de esta práctica.

## 7. CONCLUSIONES

- Las 12 variedades utilizadas son susceptibles al nematodo *Meloidogyne incognita*, por la presencia del índice de agallamiento en los 3 ciclos de cultivos continuos, mayor cantidad de J2 en las raíces, y consecuentemente la disminución de J2 en el suelo.
- Las variedades eficientes que redujeron poblaciones de J2 del suelo por 100 cm<sup>3</sup> de suelo, en los 3 ciclos, es el cultivo de pepino T12 (*var. Athena*) el 90,35 %; T11 (*var. Marketmore*) 88,51 %; T10 (*var. Diamante*) 87,40 % y el T9 (*var. Thunder*) 86,15 %; en el cultivo de tomate el T1 (*var. Floradade*) 85,14% y el T2 (*var. Caribe*) 84,78 %; en el cultivo de lechuga el T7 (*var. Greak Lakes*) 81,80 %.
- Las 4 variedades de pepino, presentaron mayor susceptibilidad a *Meloidogyne incognita*, seguida las *var.* de tomate *Caribe* y *Floradade* y la *var.* de lechuga *Greak Lakes*, se explica de la tendencia del nematodo agallador prefiere raíces suculentas ricas en aminoácidos, agua y nutrientes.
- Los 12 tratamientos con plantas trampa evaluados difieren estadísticamente al nivel del 5 % de significancia en el control del nematodo agallador de las raíces *Meloidogyne incognita*, y el efecto de las réplicas no difiere estadísticamente al nivel del 5 % de significancia.
- Al mantener en el suelo a un cultivo altamente susceptible a *Meloidogyne incognita* por un período determinado, se extraen un gran número de larvas conjuntamente con todo el sistema radical, que garantiza la disminución de las poblaciones de nematodos del suelo antes de que estos comiencen a transformarse en hembras adultas y reproductivas.
- La utilización de plantas trampa de *M. incognita* para reducir poblaciones de J2 en el suelo, es una alternativa de control biológico dentro del Manejo Integrado del nematodo agallador *M. incognita*, en cultivos hortícolas protegidos, en las condiciones de suelo y clima evaluadas.

## 8. RECOMENDACIONES

- ✓ Utilizar las especies mejor evaluadas como plantas trampa de *Meloidogyne incognita* de la investigación como estrategia de reducción de población del nematodo agallador en suelos infestados donde se puede realizar siembra directa y probar otras densidades de siembra de las plántulas.
- ✓ Experimentar otras variedades susceptibles de ciclo corto como; col, rábano, acelga, cebolla, melón, zapallo, zambo, papa, calabaza, sandía, fréjol, perejil, espinaca etc. que no demanden de elevados costos, y se pueda aprovechar el fruto agrícola que permite obtener excedentes a los productores.
- ✓ Considerar la duración del ciclo biológico del nematodo agallador tomando en cuenta las condiciones climáticas y edafológicas, antes de que el nematodo llegue a reproducirse; así mismo en las especies a evaluar tener en cuenta las características físicas y químicas de las especies vegetales para mejor la eficiencia de la planta huésped de nematodos.

## 9. BIBLIOGRAFIA

1. Abad, P., Farery, B., Roso, M. N. y Sereno, P. C. 2003. Pathogen profile root- knot nematode parasitism and host response: molecular basis of asophisticated interaction. *Molecular Plant Pathology* 4: 217-224.
2. Aballay, E. 2005. Uso de plantas antagónicas para el control de nematodos fitoparásitos en vides. (Online) Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. <[http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias\\_agronomicas/montealegre\\_j/19.html](http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias_agronomicas/montealegre_j/19.html)>. (28 mar. 07).
3. Agrios, G. 1988. Fitopatología. Traducido del Inglés por Manuel Guzmán Ortiz. Editorial Limusa, México. 756 p.
4. Agrios, G. 2004. Departament of plant pathology. University of Florida. 5 ed. México, LIMUSA. 922 pp.
5. Álvarez P. & Guayllas D. 2009. Respuesta del tomate de mesa (*Solanum lycopersicum* L), bajo invernadero al mejoramiento de las propiedades físicas del suelo mediante la aplicación de arena silíceo y láminas de riego en la Estación Experimental “La Argelia”, Universidad Nacional de Loja, Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables.
6. Arregui, A, Triviño, C. 2003. Evaluación de la sensibilidad del maíz a *Meloidogyne incognita* y determinación del ciclo de vida en el híbrido Brasilia. Memorias de la XXXV. Reunión Anual de la Organización de Nematólogos de los Trópicos Americanos (ONTA), Guayaquil, Ecuador, p. 20.
7. Arias Yailén, González Ivonne, Mayra, Rodríguez Carolina Rosales, Suárez Zoraida, Peteira Belkis 2009. Aspectos generales de la interacción tomate (*Solanum lycopersicum* L.) – *Meloidogyne incognita*. Rev. Protección Veg. Vol. 24 No. 1: 1-13.
8. Casaca, DA. 2005. Guía tecnológica de frutas y vegetales. Costa Rica, promosta. 14 p. En línea. Disponible en [www.sag.gob.cr/files/infoagro/cadenas AG](http://www.sag.gob.cr/files/infoagro/cadenas%20AG).
9. Castro L, Flores L, Uribe L, 2011. Efecto de vermi-compost y quitina sobre el control de *Meloidogyne incognita* en tomate a nivel de invernadero. *Agronomía Costarricense* 35: 21-32. ISSN: 0377-9424.
10. Cuadra R, Cruz X, Fajardo J. 2000. Cultivos de ciclo corto como plantas trampas para el control del nematodo agallador. *Nema-trópica*;30:241-246.
11. Cuadra R, Cruz X, Zayas M, Gonzales N, 2002. Incidencia de plagas en policultivos de organopónicos II. Nematodos Fito-parásitos. Rev. Protección Veg. Vol. 17 No. 1: 54-58. Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical (INIFAT).

12. Cuadra R., Cruz Xiomara, Ortega J., Shagarodsky T. y González Maribel. 2005. Respuesta de *Lycopersicon spp.* frente al ataque del nematodo de las agallas (*Meloidogyne incognita*). Rev. Protección Veg. Vol. 20 No. 2: 114-121.
13. Cook R, Starr JL. 2006. Resistant cultivars. In: Perry RN, Moens M (editors). Plant Nematology. CABI. UK; pp 370-391.
14. Corpeño, B. 2004. Manual del cultivo de tomate. Centro de Inversión, Desarrollo y Exportación de Agro-negocios. Fintrac. IDEA. Honduras. 15-27 p. El Salvador. 31 pp.
15. Chitwood B. G., 1949. Root-knot nematodes. Part I. A revision of the genus *Meloidogyne* Goeldi, 1887. Proceedings of the helminthological society of Washington 16, 90-104.
16. Christie, J.R.; Perry, V.G. 1951. Removing nematodes from soil. Proc. Helm. Soc.Wash. 18: 106-108.
17. Datta, S. Datta, R. Sukul, A. Sukul N, Sinhababu, S. 2000. Relative attractiveness of four species of vegetable crops for *Meloidogyne incognita*. Environment and Ecology; 233-235.
18. Dementeva, S. Nesterov Y, 1979. Método agro-técnico de lucha contra los nematodos de los nódulos en hortalizas de invernaderos (en ruso). Pp. 67-68 en IX Simposium sobre nematodos de los nódulos y medios de lucha. Duchambe, Tadjikistan.
19. Díez, M; López, J; Urbano, P; Bello, A. 2010. Bio-desinfección de los suelos y manejo agronómico. Ministerio de Medio Ambiente, y Medi Rural y Marino. España. 407 pp.
20. Eguiguren, R. Defaz, M. 1992. Principales fito-nematodos en el Ecuador, su descripción, biología y combate. Quito; INIAP. Manual N° 21. pp.14, 21.
21. Escalona V, Alvarado P, Monardes H, Urbina C, Martin A. Manual del cultivo de tomate. www.agronomia.uchile.cl. Facultad de Ciencias Agronómicas.
22. Gómez L, Rodríguez Mayra G., Enrique, R.2009. Efectividad de *Lactuca sativa* usada como planta trampa de *Meloidogyne spp.* en la producción protegida de hortalizas. Rev. Protección Veg. Vol. 24 No. 3: 173-176.
23. Gómez L, Rodríguez, M, 2005. Evaluación de un esquema de rotación de cultivos para el manejo de *Meloidogyne spp.* en sistemas de cultivos protegidos. Rev. Protección Veg. Vol. 20 No. 1: 67-69.
24. Gray F, Koch D, Krall J, Flake J. 2000. Evaluation of trap crops in wheat and pea-oat rotations for *Heterodera schachtii* control. In: Proceeding of XXXII Annual

- Meeting of the Organization of Nematologist of Tropical America Auburn, Alabama. USA; p. 37.
25. Hinojosa, W, 2011, Eficiencia de cinco productos orgánicos para el control de nemátodos fito-parásitos en el cultivo de *hypericum* (*hypericum inodorum*). Escuela Politécnica del Ejército. Departamento de Ciencias de la Vida. Carrera de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias, Sangolquí- Ecuador.
  26. Hernández, M, Gómez L, Rodríguez M, Enrique, M. 2008. Protección de plantas, Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria. Rev. Protección Veg. Vol. 23 No. 2: 99-103.
  27. Hernández D, Arias, Gómez L, Peteira B, Miranda I, Rodríguez M; 2012. Elementos del ciclo de vida de población cubana de *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White) Chitwood en *Solanum lycopersicum* L. Rev. Protección Veg. vol.27 no.3. La Habana sep.-dic. versión ISSN 1010-2752.
  28. Hernández, E, Peraza, 2010. Nematodos fito-parásitos Asociados a Cultivos Agrícolas de Costa Rica. Universidad Nacional de Costa Rica. Laboratorio De Nematología.
  29. Hooper, DJ; Hallmann, J; Subbotin, SA. 2005. Methods for extraction, processing and detection of plant and soil nematodes. In Luc, M; Sikora, RA; Bridge, J. eds. Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture. 2 ed. UK, CABI. p. 53-86.
  30. Huang, S, Cares, J. 2006 'Nematode communities in soils under different land-use systems in Brazilian Amazon and savanna vegetation', in F. M. Moreira, J. O. Siqueira and L. Brussaard (eds) *Soil biodiversity in Amazonian and other Brazilian ecosystems*, 1st edition, CAB International, Wallingford, pp. 163–183.
  31. Iglesias, A, Sánchez, L, Rodríguez, M, Rodríguez I, 1996, Evaluación de la susceptibilidad de seis especies cultivables al ataque de *Meloidogyne incognita*. Revista de Protección Vegetal. 1010-2752, v. 11 p. 59-61.
  32. INIAP, 2003, Control biológico del nematodo agallador *Meloidogyne* con la bacteria *Pasteuria penetrans* en campos de producción Código: IG CV 040 Número de registro: 2115.
  33. León, L. Banchemo, L, López, J, Bello A, 2000. Control of *Meloidogyne incognita* in tomato crops in Uruguay. Bol. San. Veg. Plagas.
  34. Lesur, L. 2006. Manual de plagas y enfermedades agrícolas. Editorial Trillas S.A. México. 24, 27 pp.
  35. Manzanillas, G; Tapia, T, 2004. Reconocimiento, identificación y evaluación de plagas y enfermedades en los cultivos de tomate de riñón *Solanum lycopersicum* L.

- y babaco *Vasconcellea heilborniivar. pentágona* en invernadero. Carrera de Ingeniería Agronómica. 119 pp.
36. Main G, Franco J, Ortuño N, Oros R.1998. Los cultivos trampa como una alternativa para reducir las poblaciones de *Nacobbus aberrans* y *Globodera spp.* en el cultivo de la papa. *Nematropica*;28:139.
  37. Melakeberhan H, Xu A, Kravchenko Alexandra, Mennan S, Riga Ekaterini. 2006. Potential use of arugula (*Eruca sativa* L.) as a trap crop for *Meloidogyne hapla*. *Nematology*; 8: 793-799.
  38. Mirabelli, Emilio. 2008. El Compostaje proyectado a la lombricultura. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Rep. Argentina.
  39. Montes, K, 2009. Revisión bibliográfica: Plantas trampa. Maestría en Agroforestería.
  40. Navarro, B, Gómez, L, Enrique, R, Gonzales M, Rodríguez M, 2009. Comportamiento de genotipos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) frente a *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White) Chitwood. *Rev. Protección Veg.* Vol. 24 No. 1: 54-56.
  41. Ortuño, N., Franco, J., Ramos, J., Oros, R., Main, G., Montecinos,R. 2005. Desarrollo del manejo integrado del nematodo rosario de la papa *Nacobbus aberrans* en Bolivia. Documento de trabajo No.26.FundaciónPROIMPA-ProyectoPAPAANDINA., Cochabamba- Bolivia 124p.
  42. Roger, C., Philogene, B & Vincent, C. 2004. Bio-pesticidas de origen vegetal. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
  43. Revelo, J.; Cazco, C.; Sandoval, A.; Sánchez, G.; Lomas, L; Corrales, A. 2006. "Estudio epidemiológico del "nematodo del rosario" o "falso nematodo del nudo" (*Nacobbus sp.*) en el cultivo de tomate de mesa en el valle del Chota para optimizar su control". Proyecto INIAP-UTN- SENACYT. Quito. 28 pp.
  44. Revelo, J. 2002. Nematodos parásitos de las plantas. Cátedra de Fitopatología.
  45. Rodríguez M, Sánchez L, Gómez L, Hidalgo L, González E, Gómez M, Díaz L, Casanova A, Cuadra R, Fernández E, y Hernández R. 2005.*Meloidogyne spp.*, plagas de las hortalizas: alternativas para su manejo en sistemas de cultivo protegido. *Rev. Protección Veg.* Vol. 20 No. 1.
  46. Rosales, L, Rodríguez, M, Masseli, A, Peteira B, 2009. Importancia de los nematodos agalladores y la marchitez bacteriana en la producción de hortalizas, INIA. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias Investigadoras, San José de las Lajas, Cuba, divulga, 13 de Mayo a Agosto 2009.

47. Sánchez, A, 2007, Comportamiento de las principales variedades comerciales de tomate de mesa (*Lycopersicum Esculentum* Mill), al parasitismo de los nematodos “nudo de la raíz” (*Meloidogyne incognita*) y “rosario de la raíz” (*Nacobbus aberrans*) en Ibarra-Imbabura-Ecuador, Universidad Técnica Del Norte.
48. SAS Institute. 2008. SAS/STAT 9.1 User’s Guide. SAS Institute Inc., Cary, N.C.
49. Solano T. 2010. Alternativas para el manejo agroecológico de *Meloidogyne spp.* en agroecosistemas de tomate de la provincia de Loja, Ecuador. Programa de Investigaciones de Doctorado. Universidad Agraria de la Habana.
50. Solano-Castillo Tulio F. 2014. Alternativas para el manejo ecológico de *Meloidogyne spp.* en agro-ecosistemas de tomate de la provincia de Loja, Ecuador. Tesis Doctorado en Ciencias Agrícolas, Énfasis Sanidad Vegetal. Universidad Agraria de la Habana. Coauspicio SENESCYT/Universidad Nacional de Loja-Ecuador.
51. Suquilanda, 1995. Manual para la producción orgánica, Yala Editing (Quito-Ecuador). Agricultura orgánica Nº 9, pp. 11-1.
52. Suquilanda, 2003. Producción orgánica de hortalizas. S.F. Edición Publi-asesores. pp,147, 151-156, 238.
53. Siddiqi, M. 2000. Tylenchida: Parasites of Plants and Insects, 2nd Edition. CABI Publishing, Dec 2000: 848 pp.
54. Siddiqi, M. 1986. ‘Tylenchida, Parasites of plants and insects’. Commonwealth Institute of Parasitology, CAB, UK. 645 pp.
55. Stirling, G; Stirling, A. 2003. The potencial of green manure crops for controlling root-knot nematode (*Meloidogyne javánica*) on horticultural crops in a subtropical environment. Australian Journal of Experimental Agriculture 43: 623-630.
56. Talavera, M. 2003. Manual de nematología agrícola. Instituto de recerca información agraria y pesquera. Conselleria d’ Agricultura I Pesca de las illes Balears. 23 pp.
57. Taylor, J; Sasser, J. 1983. Biología, identificación y control de los nematodos del nudo de la raíz (especies de *Meloidogyne*). Trad. del Inglés por el CIP. Raligh. Universidad Carolina del Norte. 111pp.
58. Torres 2011, Propuesta de un sistema de manejo de nematodos en los enarenados: bio-desinfección, enarenado, manejo, nematodos, resistencia, rotación.
59. Triviño, C., Gowen, S., Y Farguette, M. 1998. Densidades poblacionales de nematodos fito-parásitos en campos hortícolas del Ecuador. Nema-trópica 28: 148.



60. Triviño, G. C. 2004. Tecnología biológica para el manejo del nematodo agallador de raíces *Meloidogyne spp.* en tomate. Boletín técnico N° 109. Estación Experimental Boliche, Guayaquil, Ecuador. 15 pp.
61. Thorne, G. 1961. Principles of nematology, McGraw Hill Co., New York.
62. Valaréz C; Iñiguez M, Valaréz L, Guaya P. 1998. Condiciones físicas de los suelos de la Región Sur del Ecuador, Loja, EC. Pág. 17, 18, 23, 24, 26, 29.
63. Verdejo, S 2009. Manejo integrado de nematodos. IRTA. Patología Vegetal. Crta. De Cabrils km 2.08348 Cabrils. Barcelona.
64. Vaene Nicole, Coyne D, Ferry B. 2006. Biological and cultural management. In: Perry R, Moens M, editors. Plant Nematology. CABI, UK. p.346-369.
65. Wang, X.; Meyers, D.; Yan, Y.; Baum, T.; Smant, G.; Hussey, R.; and Davis, E. 1999. In plant localization of a beta-1,4-endoglucanase secreted by *Heterodera glycines*. Molecular Plant-Microbe Interactions 12: 64-67.
66. Whitehead A. G., 1968. Taxonomy of *Meloidogyne* (Nematoidea: Heteroderidae) with descriptions of four new species. Trans. of the zoological society of London 31, 263-401.
67. Definición de Plantas trampa disponible en la página: [es.wikipedia.org/wiki/cultivo\\_trampa](http://es.wikipedia.org/wiki/cultivo_trampa). Fecha de consulta 01 de Julio del 2013.

## 10. ANEXOS

**Anexo 1.** Ubicación del trabajo de investigación en la Quinta Experimental Docente "La Argelia".



**Anexo 2.** Análisis físico químico del suelo del invernadero del ensayo



LABORATORIO DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE SUELOS, AGUAS Y BROMATOLOGÍA  
 ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

**LASAB**

Provincia:	Loja	FECHA DE INGRESO:	30 de septiembre de 2013
Cantón:	Loja	FECHA DE EGRESO:	15 de noviembre de 2013
Parroquia:	El Sagrario	RESPONSABLE:	Ing. Tulio Solano - Elvia Vivanco
Sector o Proyecto:	Invernadero de la Estación Experimental "La Argelia"		

**1. RESULTADOS DE ANÁLISIS**

Cód. Lab.	Cód. Campo	Análisis Mecánico % TFSA			Textura	pH	M.O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
		Ao	Lo	Ac			%	ppm	ppm	ppm
1051	M1	30.8	50	19.2	FoLo=Fo	6.1	3.0	129.9	667.9	400.6

**2. INTERPRETACIÓN DE ANÁLISIS**

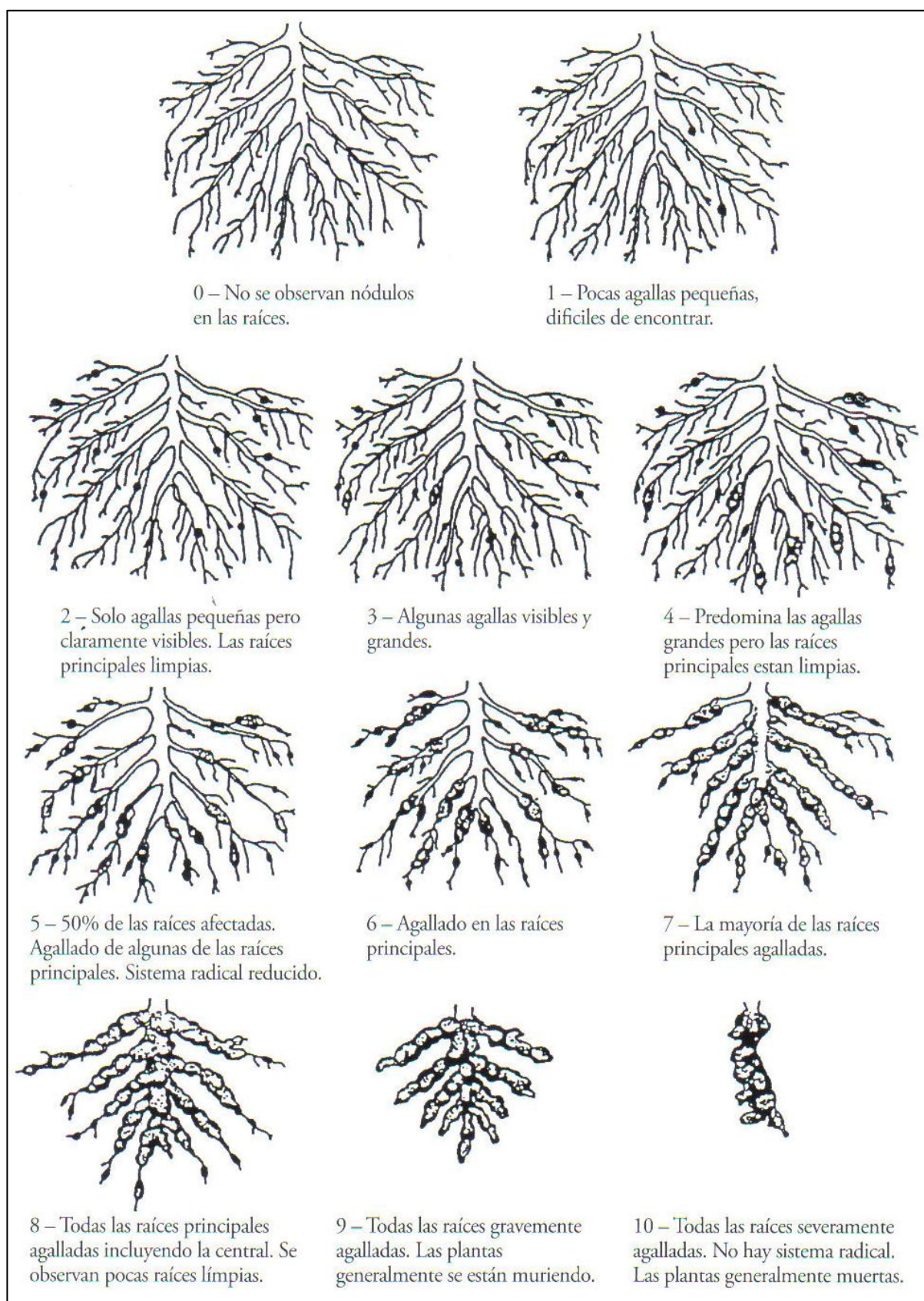
Cód. Lab.	Cód. Campo	Textura	pH	M.O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
				%	ppm	ppm	Ppm
1051	M1	Franco Limoso =Franco	Ligeramente Ácido	Media	Muy Alto	Muy Alto	Muy Alto

  
  
 Ing. Omar Ojeda Ochoa Mg. Sc.  
**RESPONSABLE DEL LABORATORIO**





**Anexo 4. Índice de agallamiento (Bridge Page 1980)**



**Anexo 5.** Propuesta en base a las experiencias obtenidas.

**PROPUESTA ALTERNATIVA DE CONTROL BIOLÓGICO DEL NEMATODO  
AGALLADOR DE LAS RAÍCES MELOIDOGYNE INCOGNITA (KOFOIT AND WHITE,  
1919) CHITWOOD, 1949 SELECCIONANDO PLANTAS TRAMPA, EXISTENTES EN  
LA PROVINCIA DE LOJA.**

**ANTECEDENTES**

El control biológico de *M incognita* utilizando plantas atrapadoras se define como una condición bajo la cual se reduce la actividad del nematodo debido a la acción de otro organismo vivo, dando como resultado una disminución de población de nematodos del suelo.

Los nematodos son endoparásitos sedentarios que infectan las raíces de hortalizas, cultivos y frutales que causan la alteración de los tejidos vasculares de la raíz, que reduce sustancialmente la absorción de nutrientes y agua, que disminuye el rendimiento y calidad de la producción.

Las investigaciones referenciadas en otros países dan cuenta de la eficacia de varias especies utilizadas como estrategia de manejo de nematodos Fito patógenos; en Ecuador no se reportan trabajos con plantas atrapadoras, a pesar de que estudios de identificación taxonómica de *Meloidogyne*, realizados en cultivos de tomate en la provincia de Loja, han demostrado la existencia predominante de *Meloidogyne incognita*, con mayor superficie sembrada, especialmente en los valles de Catamayo, Malacatos, Vilcabamba, Casanga y Zapotillo,

**ALTERNATIVA**

La presente investigación realizada en la Quinta Experimental Docente “La Argelia” de la Universidad Nacional de Loja; en condiciones semi-controladas de temperatura, humedad del suelo y humedad relativa HR%, se ejecutó durante el periodo julio del 2013 a marzo del 2014, las actividades de procesamiento de muestras, cuantificación de poblaciones y preparación de inóculo, se realizaron en el laboratorio de Sanidad Vegetal de la Universidad Nacional de Loja

Se evaluó 12 variedades de hortalizas como plantas trampa del nematodo agallador de raíces *Meloidogyne incognita*, existentes en la provincia de Loja; se determinó la eficiencia de todas las variedades de pepino, de tomate la var. *Floradade*, *Caribe* y de lechuga la var. *Greak Lakes* como plantas trampa eficiente para reducir poblaciones de J2 en el suelo, se convierte en una alternativa de control biológico ecológico dentro del Manejo integrado de plagas para los agricultores de la provincia de Loja y el país. Además se sugiere que esta alternativa la adopten los productores, para llevar a ejecutar la propuesta se plantea lo siguiente:

Establecer la estructura y textura del suelo que se dispone.

Determinar el contenido de materia orgánica, o añadir abono para mejorar la fertilidad del suelo y lograr un mayor desarrollo radicular antes de establecer las plántulas o realizar siembra directa.

Realizar el análisis microbiológico de nematodos, para determinar la población inicial (pi) y poder relacionarla la población final (fi) de J2/100 cm<sup>3</sup> de suelo en el laboratorio de Sanidad Vegetal de la Universidad Nacional de Loja.

El trasplante se debe hacer cuando las plántulas tengan 3 semanas de edad, a densidades de 20 cm entre planta y 40 cm entre hilera.

Realizar manejo agro-técnico como deshierbe, riego, aporque, etc.

La reducción de nematodos ocurre a mayor temperatura el nematodo completa el ciclo biológico y viceversa, en condiciones climáticas con promedios de temperatura y humedad relativa en el primer ciclo de cultivo de 19,36 °C y 56,92 %; segundo ciclo de 19,15 °C y 54,75 % de humedad relativa; y el tercer ciclo una temperatura de 18,97 °C y 51,70 % de humedad relativa respectivamente; comprende máximo hasta 5 semanas de exceder este tiempo se perdería el objetivo de la investigación, debido a que el nematodo inicia la fase de reproducción donde cada hembra deposita de 5000 a 1000 huevos, con la re-infestación del suelo; así mismo levantar las plantas con todo el sistema radical para lograr extraer la mayor población de J2 capturados en el sistema radical, sacarlas fuera del ensayo y quemarlas.

En la cosecha utilizar la escala del **Índice de agallamiento**: de diez grados de Bridge y Page (1980) en la cual el grado 0 representa plantas totalmente sanas y el grado 10 plantas totalmente agalladas y deterioradas. La **población de nematodos en 100 cm<sup>3</sup> de suelo** y la **población de nematodos en 10 g raíz**, se puede realizar en el laboratorio de Sanidad vegetal de la Universidad Nacional de Loja.

Realizar por lo menos 4 siembras de cultivos con las mismas especies en la misma ubicación donde se lograría reducir de un 90 a 100 % de población de J2, dejando un suelo totalmente desinfestado de nematodos. Las variedades que resultaron eficientes en la presente investigación, como plantas trampa de *Meloidogyne incognita*, se detallan a continuación:

En los resultados obtenidos en los tres ciclo de cultivos continuos respecto a la disminución de J2 por 100 cm<sup>3</sup> de suelo, son más eficientes como plantas trampa de *Meloidogyne incognita* el cultivo de pepino, el T12 (*var. Athena*) 90,35 %; T11 (*var. Marketmore*) 88,51%; T10 (*var. Diamante*) 87,40%; el T9 (*var. Thunder*) 86,15%; el cultivo de tomate el T1 (*var. Floradade*) 85,14%; T2 (*var. Caribe*) 84,78 % y el cultivo de lechuga el T7 (*var. Greak Lakes*) 81,80%.

Desde el punto de vista biológico y económico probar otras variedades susceptibles a este nematodo como hortalizas de ciclo corto donde se aproveche el fruto agrícola como: col, rábano, acelga, cebolla, melón, zapallo, zambo, papa, calabaza, sandia, fréjol, perejil, espinaca, zanahoria, papa entre otras, y generar excedentes para los productores.

En las especies susceptibles que se consideren evaluar tomar en cuenta las características físicas: sistema radicular fasciculado o ramificado, a mayor cantidad y longitud de raíces habrá una mayor exposición a los nematodos del suelo; la succulencia de la zona cortical de las raíces, es otro factor de pre-disponencia al ataque, mayor es el grado de susceptibilidad al ataque, consecuentemente mayor grado de agallamiento mayor población de nematodos en agallas y en suelo, y las características químicas: las plantas susceptibles al ataque de nematodos, secretan exudados volátiles y no volátiles, a través de los puntos de crecimiento de las raíces con mayor abundancia pero a lo largo de la raíz también, estos exudados son muy ricos en compuestos químicos atraídos por los nematodos, tales como azúcares, minerales, vitaminas, grupos aminos o proteicos y agua. Por ello se explica una mayor concentración de nematodos en la zona de la rizosfera, tanto en el suelo como en las raíces.



**Anexo 6.** Planificación de difusión de resultados del día de campo.

**Cuadro 5: Agenda de actividades del día de campo.**

<b>Tiempo</b>	<b>Actividades</b>	<b>Metodología</b>	<b>Materiales</b>
<b>Parte Inicial</b>			
5 min	Bienvenida a los participantes.	Saludo a los participantes	Papelógrafos tipo diapositivas.
5 min	Intervención del Ing. Tulio Solano Mg. Sc. Director del proyecto de tesis.	Expresión oral	Papelógrafos tipo diapositivas.
5 min	Presentación de las temáticas	Expresión oral	Papelógrafos tipo diapositivas.
<b>Parte Central</b>			
30 min	Exposición de la investigación a los participantes sobre las temáticas preparadas.	Exposición oral	Papelógrafos tipo diapositivas.
10 min	Respuesta a preguntas formuladas por los participantes del evento	Exposición oral	Papelógrafos tipo diapositivas.
10 min	Recorrido por el bioensayo	Explicación de la investigación a los participantes	Bioensayo
<b>Parte de Finalización</b>			
5 min	Entrega de folleto y registro de los participantes.	Folleto, registro impresos	Folleto Registro de asistentes
5 min	Cierre, agradecimiento y refrigerio	Agradecimiento a los participantes	
<b>TOTAL: 180 minutos.</b>			

**Anexo 7. Fotografías de la fase de campo de la investigación.**



**Fotografía 1. Plántulas de tomate**



**Fotografía 2. Plántulas de lechuga**



**Fotografía 3. Plántulas de pepino**



**Fotografía 4. Inoculación de parcelas**



**Fotografía 5. Plántulas de pepino**



**Fotografía 6. Inoculación de parcelas**



**Fotografía 7. Cuantificación de J2 bajo Estereoscopio**