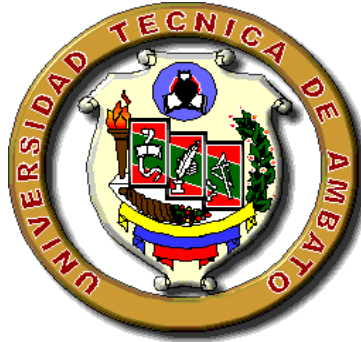


# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

### MAESTRÍA EN AGROECOLOGÍA Y AMBIENTE

---

**Tema: “REGULACIÓN DE LA INCIDENCIA DEL NEMATODO AGALLADOR *Meloidogyne sp.* CON ESPECIES VEGETALES HERBÁCEAS REPELENTES EN EL CULTIVO DE BABACO EN LA HOYA DE LOJA-ECUADOR”**

---

Trabajo de Investigación, previo a la obtención del Grado Académico de  
Magister en Agroecología y Ambiente

**Autor:** Ingeniero Bolívar Efrén Cueva Cueva

**Director:** Ingeniero Edgar Luciano Valle Velástegui, Magister.

Ambato – Ecuador

2016

A la Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias.

El Tribunal receptor del Trabajo de Investigación presidido por Ingeniero José Hernán Zurita Vásquez, Magister e integrado por los señores Ingeniero Jorge Enrique Dobronski Arcos, Magister; Ingeniero Segundo Euclides Curay Quispe, Magister e Ing. Marco Oswaldo Pérez Salinas, Magister, designados por la Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, para receptor el Trabajo de Investigación con el tema: “**REGULACIÓN DE LA INCIDENCIA DEL NEMATODO AGALLADOR *Meloidogyne* sp. CON ESPECIES VEGETALES HERBÁCEAS REPELENTES EN EL CULTIVO DE BABACO EN LA HOYA DE LOJA-ECUADOR**”, elaborado y presentado por el señor Ingeniero Bolívar Efrén Cueva Cueva, para optar por el Grado Académico de Magister en Agroecología y Ambiente; una vez escuchada la defensa oral del Trabajo de Investigación el Tribunal aprueba y remite el trabajo para uso y custodia en las bibliotecas de la UTA.

-----  
Ing. José Hernán Zurita Vásquez, Mg.  
Presidente del Tribunal

-----  
Ing. Segundo Euclides Curay Quispe, Mg.  
Miembro del Tribunal

-----  
Ing. Jorge Enrique Dobronski Arcos, Mg.  
Miembro del Tribunal

-----  
Ing. Marco Oswaldo Pérez Salinas, Mg.  
Miembro del Tribunal

## AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el Trabajo de Investigación presentado con el tema: “**REGULACIÓN DE LA INCIDENCIA DEL NEMATODO AGALLADOR *Meloidogyne* sp. CON ESPECIES VEGETALES HERBÁCEAS REPELENTES EN EL CULTIVO DE BABACO EN LA HOYA DE LOJA, ECUADOR**”, le corresponde exclusivamente a: Ingeniero Bolívar Efrén Cueva Cueva, Autor bajo la Dirección del Ingeniero Edgar Luciano Valle Velástegui, Magister, Director del Trabajo de Investigación; y el patrimonio intelectual a la Universidad Técnica de Ambato.

-----  
Ingeniero Bolívar Efrén Cueva Cueva  
c.c. 1101386918  
**AUTOR**

-----  
Ingeniero Edgar Luciano Valle Velástegui, Magister  
c.c. 1801724749  
**DIRECTOR**

## **DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que el Trabajo de Investigación, sirva como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos de mi trabajo, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad.

-----  
Ingeniero Bolívar Efrén Cueva Cueva  
c.c. 1101386918

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
A la Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias...	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN .....	iii
DERECHOS DE AUTOR .....	iv
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS .....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xiv
AGRADECIMIENTO .....	xv
DEDICATORIA .....	xvi
RESUMEN EJECUTIVO .....	xvii
EXECUTIVE SUMMARY.....	xviii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1.....	2
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	2
1.1.TEMA:.....	2
1.2.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.2.1. Contextualización.....	3
1.2.2. Análisis Crítico.....	7
1.2.3. Prognosis.....	7
1.2.4. Formulación del Problema.....	8
1.2.5. Interrogantes.....	9
1.2.6. Delimitación del Objeto de Investigación.....	9
1.3.JUSTIFICACIÓN.....	10
1.4.OBJETIVOS:.....	11
CAPÍTULO 2.....	12
MARCO TEÓRICO.....	12
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	12
2.1.1. Características del género <i>Meloidogyne</i> .....	12
2.1.2. Características de la especie <i>Meloidogyne incognita</i> .....	14
2.1.3. Taxonomía del Nematodo Agallador.....	14
2.1.4. Características morfoanatómicas de <i>Meloidogyne incognita</i> .....	14
2.1.5. Ciclo biológico y patológico.....	16
2.1.6. Mecanismo de infestación y parasitismo.....	18

2.1.6.1. El proceso de infestación. ....	18
2.1.5.2. Sintomatología. ....	20
2.1.5.3. Evaluación de la infestación de <i>Meloidogyne incognita</i> . ....	20
2.1.7. Fuentes de inóculo de <i>Meloidogyne incognita</i> . ....	21
2.1.8. Microorganismos del suelo asociados a la rizósfera. ....	22
2.1.9. Las especies herbáceas repelentes a nematodos. ....	23
2.1.9.1. Definición. ....	23
2.1.9.2. Ayarrosa <i>Tagetes erecta</i> L. ....	25
2.1.9.2.1. Taxonomía de la planta. ....	25
2.1.9.2.2. Descripción. ....	25
2.1.9.3. Caléndula <i>Calendula officinalis</i> L. ....	26
2.1.9.3.1. Taxonomía de la planta. ....	26
2.1.9.3.2. Descripción. ....	26
2.1.9.4.1. Taxonomía de la planta. ....	27
2.1.9.4.2. Descripción. ....	27
2.1.9.5. El chocho, <i>Lupinus albus</i> L. ....	28
2.1.9.5.1. Taxonomía de la planta. ....	28
2.1.9.5.2. Descripción. ....	28
2.1.10. Trabajos realizados sobre especies repelentes. ....	29
2.2. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA. ....	30
2.3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL. ....	31
2.4. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES. ....	33
2.4.1. Marco teórico de la variable independiente. ....	33
2.4.1.1. Agroecología. ....	33
2.4.1.2. Diversidad de especies vegetales. ....	34
2.4.1.3. Especies vegetales repelentes a nematodos. ....	35
2.4.2. Marco teórico de la variable dependiente. ....	36
2.4.2.1. La planta de babaco. ....	36
2.4.2.2. Producción por planta de babaco. ....	37
2.4.2.3. Los efectos residuales de los agrotóxicos. ....	38
2.4.3. Marco teórico de la variable dependiente. ....	38
2.4.3.1. Rizósfera. ....	38
2.4.3.2. Microbiota del suelo. ....	39
2.5. HIPÓTESIS 1. ....	39
2.5.2. HIPÓTESIS 2. ....	40
2.6. SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS. ....	40

CAPÍTULO 3.....	41
METODOLOGÍA. ....	41
3.1. MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	41
3.2.NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN. ....	41
3.3.POBLACIÓN Y MUESTRA. ....	41
3.3.1. Siembra de las especies vegetales herbáceas repelentes.....	42
3.3.2. Siembra de las plantas de babaco.....	42
3.4.OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES. ....	43
3.5.RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	44
3.5.1. Información del lugar del experimento. ....	44
3.5.1.1.Ubicación política. ....	44
3.5.1.2.Ubicación geográfica. ....	45
3.5.1.3.Ubicación ecológica. ....	45
3.5.2. Implementación del diseño experimental.....	45
3.5.3. Colecta de agallas de plantas infestadas.....	47
3.5.4. Preparación del inóculo. ....	47
3.5.5. Identificación de la especie de <i>Meloidogyne</i> . ....	48
3.5.5.1. Cortes perineales. ....	48
3.5.5.2.Características de cabezas y colas de machos. ....	49
3.5.5.3.Mediciones de larvas J2. ....	49
3.5.6. Evaluación de la microbiología del suelo y la rizósfera.....	50
3.5.7. Evaluación del índice de agallamiento de cada tratamiento. ....	50
3.5.8. Análisis bromatológico de las especies repelentes.....	50
3.5.9. Metodología de aplicación del uso de especies repelentes al nematodo agallador, para los productores de babaco. ....	51
3.6.PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN. ....	51
CAPÍTULO 4.....	52
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS. ....	52
4.1. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	52
4.1.1. Identificación de la especie de nematodo agallador de las raíces de babaco en la hoya de Loja. ....	52
4.1.1.1. Cortes perineales de hembras en las agallas. ....	52
4.1.1.2. Cabezas de machos.....	52
4.1.1.3. Colas y espícula de machos.....	53
4.1.1.4. Estilete de machos .....	54
4.1.1.5. Hembras de <i>Meloidogyne incognita</i> en las agallas de las muestras. ....	54
4.1.1.6. Tamaño de larvas J2.....	55

4.1.2. Variables agronómicas evaluadas en los tratamientos.....	55
4.1.3. Interacción de las variables agronómicas entre las plantas repelentes versus el número sembradas con el babaco.....	58
4.1.3.1. Altura de planta.....	58
4.1.3.2. Diámetro del tallo.....	58
4.1.3.3. Número de hojas.....	59
4.1.3.4. Longitud del pecíolo de la hoja.....	60
4.1.3.5. Longitud de la nervadura de la hoja.....	61
4.1.3.6. Número de agallas en las raíces.....	62
4.1.4. Variables agronómicas de las especies repelentes.....	63
4.1.4.1. Altura de planta a los 60 días.....	63
4.1.4.2. Número de ramas de la planta a los 60 días.....	64
4.1.5. Sustancia que causa repelencia al nematodo agallador <i>Meloidogyne incognita</i> .....	65
4.1.6. Interacciones biológicas entre las especies repelentes y la microbiología de la rizósfera.....	66
4.2. INTERPRETACIÓN DE DATOS DEL EXPERIMENTO.....	67
4.2.1. Identificación de la especie del nematodo agallador en las raíces de las plantas de babaco.....	67
4.2.2. Repelencia a nematodos de las especies vegetales herbáceas.....	67
4.2.3. Interacciones entre las especies repelentes y la microbiología de la rizósfera.....	69
4.3. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS.....	70
4.3.1. Hipótesis 1.....	70
4.3.2. Hipótesis 2.....	70
CAPÍTULO 5.....	71
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	71
5.1. CONCLUSIONES.....	71
5.2. RECOMENDACIONES.....	72
CAPÍTULO 6.....	73
PROPUESTA.....	73
6.1. DATOS INFORMATIVOS.....	73
6.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA.....	73
6.2.1. El cultivo de babaco.....	73
6.2.2. El nematodo agallador.....	74
6.2.3. Las especies repelentes a nematodos.....	74
6.3. JUSTIFICACIÓN.....	75



6.4. OBJETIVOS.....	76
6.4.1. Objetivo General .....	76
6.4.2. Objetivos Específicos .....	76
6.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD.....	76
6.6. FUNDAMENTACIÓN.....	77
6.7 METODOLOGÍA, MODELO OPERATIVO.....	78
6.7.1. El lugar para el huerto.....	78
6.7.2. Insumos requeridos.....	78
6.7.3. Actividades para el establecimiento del cultivar de babaco asociado a especies repelentes al nematodo agallador.....	79
6.8. ADMINISTRACIÓN.....	80
6.9. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN.....	81
7. BIBLIOGRAFÍA.....	83
ANEXOS.....	90

## ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Escala de evaluación para nematodos ( <i>Meloidogyne</i> sp.) .....	20
Tabla 2. Microbiología del suelo sector Moraspamba, “La Argelia”, UNL .....	23
Tabla 3. Descripción de Variables .....	33
Tabla 4. Tratamientos para evaluar el número de agallas a los 60 días a la inoculación de nematodos en las plantas de babaco en la hoya de Loja. ....	42
Tabla 5. Operacionalización de la variable independiente, especies herbáceas. .	43
Tabla 6. Operacionalización de la variable dependiente, agallas de <i>M.</i> incognita. ....	43
Tabla 7. Operacionalización de la variable dependiente, microbiología del sustrato .....	44
Tabla 8. Variables que se registraron en cada unidad de muestreo. ....	45
Tabla 9. Comparación de medidas de larvas J2 con claves de identificación.....	55
Tabla 10. Desempeño de las variables agronómicas del babaco sembradas con las especies repelentes para nematodos .....	57
Tabla 11. Muestras de raíces de especies repelentes analizadas.....	65
Tabla 12. Determinación de $\alpha$ -terthienyl y saponinas en las raíces. ....	65
Tabla 13. Microbiología inicial y final en cada tratamiento en un g de suelo.....	66
Tabla 14. Cronograma de ejecución del establecimiento del cultivar de babaco. .	82
Tabla 15. Distribución de los tratamientos y repeticiones en el terreno. ....	93
Tabla 16. Altura de la planta (m) de babaco a la inoculación. ....	105
Tabla 17. Altura de la planta (m) de babaco a los 60 días de la inoculación. ....	105
Tabla 18. Diámetro del tallo en cm el día de la inoculación. ....	106
Tabla 19. Diámetro del tallo en cm a los 60 días de la inoculación.....	106
Tabla 20. Número de hojas al día de la inoculación. ....	107
Tabla 21. Número de hojas a los 60 días de la inoculación.....	107
Tabla 22. Longitud del peciolo en cm el día de la inoculación. ....	108
Tabla 23. Longitud del peciolo a 60 días de la inoculación.....	108
Tabla 24. Longitud de la nervadura en cm el día de la inoculación. ....	109
Tabla 25. Longitud de la nervadura en cm a 60 días de la inoculación .....	109
Tabla 26. Altura inicial de las especies repelentes a nematodos.....	110
Tabla 27. Altura de las especies repelentes a 60 días de la inoculación .....	110

Tabla 28. Número de ramas de las especies repelentes el día de la inoculación. .....	111
Tabla 29. Número de ramas de las especies repelentes a los 60 días de la inoculación.....	111
Tabla 30. Número de agallas a los 60 días de la inoculación. ....	112

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Árbol de Problemas .....	7
Figura 2. Morfología y características típicas de nematodos hembras y machos.....	12
Figura 3. Diagrama de ubicación de las anfidias en la cabeza de la hembra del nematodo agallador. ....	13
Figura 4. Morfología perineal de hembras .....	14
Figura 5. Planta de ayarrosa.....	25
Figura 6. Planta de caléndula.....	26
Figura 7. Planta de chinchil.....	27
Figura 8. Fórmula desarrollada del $\alpha$ –terthienyl, fórmula química C <sub>12</sub> H <sub>8</sub> S <sub>3</sub> .....	28
Figura 9. Planta de Chocho. ....	28
Figura 10. Estructura química de la saponina .....	29
Figura 11. Planta de babaco.....	36
Figura 12. Variabilidad de respuesta de <i>Vasconcellea heilbornii</i> nm pentagona (Heilb) Badillo, al ataque de <i>Meloidogyne incognita</i> .....	37
Figura 13. Comparación de cortes perineales de hembras realizados en el Laboratorio de Sanidad Vegetal de la UNL.....	52
Figura 14. Comparación de cabezas de machos J2 realizados en el Laboratorio de Sanidad Vegetal de la UNL.....	53
Figura 15. Comparación de colas de machos J2.....	53
Figura 16. Comparación del estilete de machos J2.....	54
Figura 17. Hembras adultas de <i>Meloidogyne incognita</i> .....	54
Figura 18. Huevos y larvas J2 de la muestra. ....	55
Figura 19. Altura de las plantas de babaco a los 60 días de la inoculación. ....	58
Figura 20. Diámetro del tallo de la planta de babaco a los 60 días de la inoculación. ....	59
Figura 21. Número de hojas de planta de babaco a los 60 días de la inoculación .....	59
Figura 22. Longitud de pecíolo de las hojas de planta de babaco a los 60 días de la inoculación. ....	61
Figura 23. Longitud de la nervadura de las hojas de la planta de babaco a los 60 días de la inoculación. ....	62
Figura 24. Número de agallas en las raíces de la planta de babaco a los 60 días de la inoculación. ....	63

Figura 25. Altura de planta de las especies repelentes de nematodos a los 60 días de la inoculación. ....	63
Figura 26. Número de ramas de la planta de las especies repelentes de nematodos a los 60 días de la inoculación.....	64
Figura 27. Semillas de las especies vegetales herbáceas repelentes. ....	94
Figura 28. Semilleros de especies vegetales herbáceas repelentes en su orden .....	94
Figura 29. Siembra de las plantas de babaco .....	95
Figura 30. Siembra de las especies herbáceas repelentes.....	95
Figura 31. Colecta de muestras de agallas con nematodos en terrenos de la UNL, “La Argelia”.....	96
Figura 32. Raíces de toronche con agallas producidas por <i>Meloidogyne incognita</i> .....	96
Figura 33. Obtención del inóculo.....	97
Figura 34. Aplicación del inóculo en las plantas de babaco.....	97
Figura 35. Especies repelentes según tratamiento con 1 planta de babaco. ....	98
Figura 36. Toma de medidas de las diversas variables agronómicas .....	99
Figura 37. Altura de las plantas de babaco a los sesenta días a la inoculación .....	100
Figura 38. Altura de las plantas de babaco a los sesenta días de la inoculación .....	101
Figura 39. Sistema radicular de las especies herbáceas repelentes.....	102
Figura 40. Raíces de las especies repelentes preparadas para enviar al Laboratorio.....	102
Figura 41. Raíces de babaco sin agallas .....	103
Figura 42. Raíz agallada de planta testigo .....	103
Figura 43. Raíces de plantas de babaco, con pocas agallas.....	104

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo1. Convenio para la siembra de las plantas de babaco en la UNL.....	90
Anexo 2. Ubicación del Área de Ensayo.....	92
Anexo 3. Distribución de los tratamientos en el terreno de cultivo.....	93
Anexo 4. Semillas y semilleros de las especies vegetales repelentes.....	94
Anexo 5. Siembra de las plantas de babaco y de las especies repelentes.....	95
Anexo 6. Colecta de agallas infestadas de nematodos.....	96
Anexo 7. Preparación del inóculo a partir de las agallas colectadas.....	97
Anexo 8. Las plantas de babaco y las especies vegetales repelentes.....	98
Anexo 9. Toma de medidas de las variables evaluadas.....	99
Anexo 10. Altura de la planta de babaco a los 60 días de la inoculación.....	100
Anexo 11. Sistema radicular de las especies repelentes.....	102
Anexo 12. Agallas en las raíces de las plantas de babaco.....	103
Anexo 13. Datos de altura de la planta de babaco.....	105
Anexo 14. Diámetro del tallo de la planta de babaco.....	106
Anexo 15. Número de hojas de las plantas de babaco.....	107
Anexo 16. Longitud del peciolo de las hojas de babaco.....	108
Anexo 17. Longitud de la nervadura de las hojas de babaco.....	109
Anexo 18. Altura de las especies vegetales repelentes al nematodo.....	110
Anexo 19. Número de ramas de la especie repelente.....	111
Anexo 20. Número de agallas en las plantas de babaco.....	112
Anexo 21. Microbiología del Suelo inicial y a los 60 días.....	113
Anexo 22. Análisis de contenido de sustancias de las especies repelentes ...	114

## AGRADECIMIENTO

Expreso mi agradecimiento a la Universidad Técnica de Ambato, a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, por brindarme la grata oportunidad de formarme en el Nivel de Postgrado.

Al Señor Ingeniero Edgar Luciano Valle Velástegui Mg.

Director de la Investigación

Al Ing. José Hernán Zurita Vásquez,

Decano de la

Facultad, y a los In

tegrantes del Tribunal

de Defensa por sus

aportes al

mejoramiento del

Informe Final.

## DEDICATORIA

Esta investigación la dedico a mis abnegados padres: José Hortensio† y Mercedes Eloísa† que desde el cielo junto a nuestro Padre Celestial Todo poderoso me envían sus especiales bendiciones; a mi esposa Nancy Torres Cueva, y a mis hijos que son mi inspiración por acompañarme en todos los actos de mi vida, a mis hermanos que compartieron mi formación en valores, especialmente a mi hermanito José, que tan temprano fue llamado a jugar en los jardines del Cielo.



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**MAESTRÍA EN AGROECOLOGÍA Y AMBIENTE.**

**TEMA:**

**“REGULACIÓN DE LA INCIDENCIA DEL NEMATODO AGALLADOR  
*Meloidogyne* sp. CON ESPECIES VEGETALES HERBÁCEAS REPELENTES  
EN EL CULTIVO DE BABACO EN LA HOYA DE LOJA-ECUADOR”**

**AUTOR:** Ing. Bolívar Efrén Cueva Cueva

**DIRECTOR:** Ing. Edgar Luciano Valle Velástegui, Mg.

**FECHA:** 16 de agosto de 2016

**RESUMEN EJECUTIVO**

La investigación se la realizó en la Estación Experimental Docente “La Argelia” de la Universidad Nacional de Loja, ubicada en el cantón y provincia de Loja, tuvo dos fases: 1) la colecta de raíces agalladas, la identificación taxonómica del nematodo y la preparación del inóculo, en el laboratorio de Sanidad Vegetal de la Universidad Nacional de Loja; 2) la fase agronómica consistió en el cultivo de plantas de babaco asociadas a las especies vegetales herbáceas repelentes: ayarrosa, caléndula y chocho, por un lapso de sesenta días.

La identificación taxonómica del nematodo agallador de las raíces del babaco *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood, se realizó con las metodologías de Taylor y Sasser (1983). Las especies vegetales herbáceas utilizadas desarrollaron acción repelente eficiente al nematodo agallador, frente al testigo que presentó un índice de agallamiento promedio de 53,75 agallas por planta. Las especies vegetales repelentes ejercieron acción sinérgica en la microbiología de la rizósfera de la planta, porque todas incrementaron la cantidad de microorganismos inclusive el testigo. Las sustancias que causaron repelencia a nematodos fueron: el ácido  $\alpha$ - Terthienyl en las plantas de ayarrosa, caléndula y chinchil, y las saponinas en el chocho.

**Descriptor:** Agallas, ayarrosa,  $\alpha$ - Terthienyl, babaco, caléndula, chinchil, chocho, especies, herbáceas, *Meloidogyne incognita*, microorganismos, repelentes, saponinas, vegetales.

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS.**  
**MAESTRÍA EN AGROECOLOGÍA Y AMBIENTE.**

**THEME:**

**INCIDENCE REGULATION OF ROOT- KNOT NEMATODE *Meloidogyne* sp. WITH HERBACEOUS REPELLENT PLANTS IN BABACO CROP IN LOJA-ECUADOR**

**AUTHOR:** Ing. Bolívar Efrén Cueva Cueva

**DIRECTED BY:** Ing. Edgar Luciano Valle Velástegui, Mg.

**DATE:** Agust 16 of 2016.

**EXECUTIVE SUMMARY**

The investigation was made at the Teaching Experimental Station "La Argelia" of the National University of Loja, located in the canton and province of Loja, it had two phases: 1) the collection of galled roots, the taxonomic identification of the nematode and preparation of the inoculum in the laboratory of Plant Protection of the National University; 2) agronomic phase consisted of growing plants of babaco associated with herbaceous repellents plants: ayarrosa, calendula and lupine, for a period of sixty days.

The taxonomic identification of the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood, was made using Taylor and Sasser (1983) technics. Herbaceous plant species used to developed efficient root - knot nematode repellent action in front to the control treatment which presented a galling index average of 53, 75 galls per plant. The repellent plant species exerted synergistic action on microorganisms of the rhizosphere plant, because all increased the number of microorganisms including the control treatment. The substances that caused repellency to nematodes were:  $\alpha$ - Terthienyl acid in the ayarrosa, calendula and chinchil plants, and saponins in the chocho plants.

**Keywords:** Ayarrosa,  $\alpha$ - terthienyl, babaco, calendula, chinchil, chocho, , crop, gall, herbaceous, *Meloidogyne incognita*, microorganisms, plant, repellents, saponins, species.

## INTRODUCCIÓN.

El nematodo agallador es una de las plagas que causa enormes daños en los cultivos de babacos en la provincia de Loja y especialmente en el cantón Saraguro, que es la mayor zona productora de la fruta en la región Sur del Ecuador (Caguana, 2003).

El combate con pesticidas químicos contamina el ambiente, afecta la salud de los trabajadores, degrada los suelos al destruir su microbiología y fertilidad, sus frutos contienen residuos de agrotóxicos que degrada su calidad y afecta la salud de los consumidores que tienen derecho a una alimentación sana (Aballay, 2005)

El uso de la biodiversidad de especies vegetales en el proceso productivo, se constituye en una alternativa agroecológica que permite aprovechar los sinergismos positivos que regulan la incidencia de plagas y enfermedades en los cultivos disminuye los costos de producción y mejora la calidad nutricional de los alimentos (Altieri, 2010).

La investigación tuvo como objetivo evaluar la acción repelente al nematodo agallador de la raíz de la planta de babaco de cuatro especies vegetales: ayarrosa (*Tagetes erecta* L.), caléndula (*Calendula officinalis* L.), chinchil (*Tagetes terniflora* Kunth) y chocho (*Lupinus albus* L.), para generar una tecnología de liberación de los productores con respecto de las transnacionales de agrotóxicos, reducir o evitar la dependencia tecnológica, generar ahorro en el proceso productivo y fortalecer la soberanía alimentaria.

Con los resultados obtenidos se afirma que las especies utilizadas en el experimento son eficientes como repelentes al nematodo agallador por cuanto poseen sustancias como el ácido  $\alpha$ - Terthienyl y las saponinas que inducen a la muerte de los nematodos y se obtiene productos sanos sin residuos agrotóxicos.

# CAPÍTULO 1

## EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

### 1.1. TEMA:

**“REGULACIÓN DE LA INCIDENCIA DEL NEMATODO AGALLADOR *Meloidogyne* sp. CON ESPECIES VEGETALES HERBÁCEAS REPELENTES EN EL CULTIVO DE BABACO EN LA HOYA DE LOJA, ECUADOR”**

### 1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El fruto del babaco *Vasconcellea heilbornii nm pentagona* Badillo, ha adquirido una elevada demanda por su exquisito sabor para la preparación de jugos, yogurts, dulces, jaleas, pasteles y vinos. Es originario de la provincia de Loja, que a la vez ocupa el segundo lugar en producción y exportación en el Ecuador (Fabara, 2011).

Esta producción se ve constantemente amenazada por la presencia del nematodo agallador de las raíces *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood, que en interacción con *Fusarium oxysporum* Schltldl, ocasionan altas tasas de mortalidad de las plantaciones de babaco en los invernaderos de la provincia de Loja (Bravo *et al.*, 2012).

Los productores para reducir la presencia del nematodo agallador deben utilizar nematicidas químicos como: Furadan® 4F (Carbofurán), Mocap® 15 G (Ethoprosfos) y Nematicur® 400 (Fenamifos), ya que su control es parcial, ocasiona un alto egreso de su presupuesto y de divisas del país, incrementa los costos de producción, contaminan el ambiente, así como a los frutos de babaco y afectan la salud de los trabajadores (Román y Acosta, 2000).

Como alternativa agroecológica se está investigando la utilización de productos nematicidas de carácter orgánico, como extractos de especies repelentes y las

mismas especies repelentes asociadas al cultivo (Aballay, 2005), por lo cual se plantea esta propuesta de investigación.

### **1.2.1. Contextualización.**

El cultivo de babaco se ha expandido a numerosos y diversos países como Australia, Italia, Israel, Chile, México, Perú y Estados Unidos. Italia comenzó en 1982 una agresiva producción en condiciones de invernadero en la región de Verona, utilizando técnicas de micropropagación (Macías, 2013).

La creciente demanda y ampliación del mercado para frutos del babaco cuyo cultivo asciende a 180 ha en todo el país motiva a los productores ecuatorianos a incrementar la superficie cultivada y mejorar su tecnología de producción (Fabara, 2011).

Entre los problemas que afronta el cultivo de babaco en el Ecuador, encontramos los nematodos fitoparásitos que no causan síntomas aéreos inmediatamente y pueden permanecer por varios años en el suelo sin que se detecte su presencia (Soria, 1999).

El primer síntoma en babaco es el crecimiento retardado de la planta en uno o más puntos del campo (parches), los cuales se van ampliando durante el ciclo de vida del cultivo, posteriormente, las plantas pierden su color natural presentando amarilla miento, caída de flores y frutos que se relacionan con deficiencias nutricionales y déficit de absorción de agua debido a la presencia de nódulos en el sistema radical, que bloquean su movimiento a las hojas y otros órganos aéreos de la planta. En ataques severos, puede ocurrir la muerte de la planta ya que se producen ataques posteriores de hongos del suelo como *Pythium*, *Phytophthora*, *Fusarium*, entre otros, que pudren el cuello y las raíces de las plantas (Soria, 1999).

Los nematodos fitoparasíticos son animales multicelulares, generalmente microscópicos (miden alrededor de 0.5 mm de largo), que poseen los principales organismos fisiológicos de los organismos superiores con excepción del respiratorio y circulatorio. En general, tienen la forma de gusano delgado cilíndrico

y alargado, con el diámetro reducido en los extremos. Las hembras son más grandes que los machos y en algunas especies tienen diferentes formas. Son no segmentados, están protegidos por una cutícula a celular, transparente y semipermeable de proteínas, lípidos y carbohidratos, requieren un ambiente húmedo para desarrollarse e invaden tallos, hojas, raíces, bulbos, tubérculos y cormos (Román y Acosta, 2000).

Whitehead, citado por Puertas (2009) establece 24 géneros de nematodos fitoparásitos que incluyen especies que atacan cultivos de importancia económica, las cuales se estima que causan pérdidas de alrededor del 10 % de la producción agrícola mundial, lo que representa un tercio de las pérdidas atribuidas a plagas y enfermedades. En Cuba, Fernández y Ortega (1998), refieren afectaciones por nematodos fitoparásitos en diferentes cultivos de importancia económica como caña (*Saccharum officinarum* L.), café (*Coffea arabica* L.), tabaco (*Nicotiana tabacum* L.), papaya (*Carica papaya* L.), guayaba (*Psidium guajava* L.) y más especies vegetales.

Entre estos géneros, *Meloidogyne* spp es considerado el de mayor importancia económica a nivel mundial. Las pérdidas estimadas por esta plaga en vegetales que crecen en el trópico está 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 annuum* L.), 20% en quimbombó (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) y 17% en berenjena (Puertas, 2009).

El género *Meloidogyne* tiene una amplia gama de hospedantes que se extiende a más de 2000 especies de plantas. Entre las especies del género, *M. incognita* es la de mayor incidencia a nivel mundial y afecta cultivos de importancia económica como caña de azúcar, café, tabaco, caricáceas, algodón (*Gossypium* spp.), arroz (*Oryza sativa* L.), maíz (*Zea mays* L.), papa (*Solanum tuberosum* L.) y plátano (*Musa* spp.), entre otros (Puertas, 2009).

En Ecuador, la especie *Meloidogyne incognita* se encuentra en las regiones Costa, Sierra y Oriente desde el nivel del mar hasta los 2800 msnm, atacando alrededor de 800 plantas hospedantes incluyendo malezas. Parasita raíces de

tomate riñón (*Lycopersicon esculentum* Mill), tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* Sendt), fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.), col (*Brassica oleraceae* L.), papayo (*Carica papaya* L.), pimiento (*Capsicum annuum* L.), arveja (*Pisum sativum* L.), haba (*Vicia faba* L.), tabaco (*Nicotiana tabacum* L.), babaco (*Vasconcellea heilbornii* nm pentágona Badillo), banano (*Musa* sp.), alfalfa (*Medicago sativa* L.), guandul (*Cajanus cajan* Millsp), maíz (*Zea mays* L.), maní (*Arachis hipogaea* L.), naranjilla (*Solanum quitoense* Lam) y muchas malezas (Revelo et al, 2008).

El nematodo agallador al ingresar a la raíz por la parte más sensible como es la caliptra, ocasiona lesiones que son aprovechadas por hongos fitopatógenos de los géneros *Fusarium*, *Pythium* y otros fitopatógenos, lo cual intensifica la magnitud del daño a cada planta y por lo tanto el cultivo. El control químico de los nematodos ocasiona contaminación del suelo, de la planta, del producto y la salud del agricultor, produciendo contaminación ambiental (Revelo et al., 2008)

En plantaciones cultivadas en invernadero, *M. incognita* ocasiona 36, 43 y 47 % de pérdidas, en las variedades de tomate de mesa Sheila, Sahel y Charleston, respectivamente, en Yuyucocha, Imbabura, pérdidas que demuestran que este parásito constituye un factor limitante de dicho cultivo (Revelo et al., 2008).

En Ecuador, el método generalizado de control de nematodos, es mediante la aplicación de los nematicidas Furadan® (Carbofurán), Mocap® (ethoprophs) y Namacur® (fenamiphos), siendo el más usado el Furadan®. Con estos productos, el control es parcial, temporal y ocasiona un alto egreso de divisas por concepto de importación de los mismos, incrementa los costos de producción, afecta la salud humana y contamina el ambiente (INIAP, 1982; Eguiguren, et al. 1992; Suquilanda, 1996 citados por Piedmag y Hernández, 2010).

En la hoya de Loja, el nematodo agallador, tiene alta incidencia produciendo las típicas agallas o ondulaciones en las raíces de las plantas de babaco que interrumpen el transporte ascendente y descendente de la savia, retrasa, reduce o impide los procesos fisiológicos de producción de la fruta, la planta se debilita presenta raquitismo, envejecimiento, marchitez y en casos avanzados la muerte de la planta. (Sánchez y Sánchez, 2003) reportan que en las plantas de babaco, alcanza los 70 nódulos por planta, lo que en la escala de Taylor y Sasser (1978), determina como especies y ecotipos altamente sensibles.

Desde el enfoque agroecológico del cultivo de babaco, es necesario realizar investigaciones de alternativas que permitan reducir las poblaciones de nematodo agallador en el cultivo, mediante prácticas amigables con la naturaleza, utilizando recursos naturales como son las especies vegetales herbáceas repelentes de nematodos, que pueden compartir el terreno de cultivo con la planta de babaco en el interés de reducir la infestación de nematodos tanto en el suelo como en la disminución del número de agallas, evitar o reducir el uso de productos nematicidas, tener una planta sana bien nutrida, mejorar los niveles de producción y productividad, reducir la inversión y ofrecer un fruto sin efectos residuales de plaguicidas al consumidor (Aballay, 2005).

Entre las plantas antagónicas más estudiadas en los sistemas de cultivo están especies de *Tagetes* y otras asteráceas, por ejemplo: *Helenium* spp., *Cosmos* spp., *Gaillardia* spp., *Calendula officinalis*, *Zinnia elegans*, entre otras (Aballay, 2005).

Numerosos experimentos han mostrado que varias especies y cultivares de *Tagetes* pueden controlar eficientemente nematodos en cultivos establecidos, ya sea cuando se usan como rotación, en cultivos de cobertera o como enmienda al suelo; además varios compuestos nematicidas han sido obtenidos de esta especie (Magunacelaya, 2005).

La reducción en la densidad de población de los nematodos frente a la presencia de *Tagetes* ssp. se debe a sustancias presentes en las raíces de estas plantas, las que inducen la muerte de los individuos y que están ubicadas preferentemente en la endodermis. Uno de estos compuestos aislados es  $\alpha$ -terthienyl, el cual también ha sido extraído desde las flores de esta especie, y que ha mostrado ser uno de los más potentes en esta acción (Aballay, 2005).

Con *Lupinus albus* se reguló una población inicial de 183 a 112, con *Tagetes patula* de 213 a 103, con *Calendula officinalis* de 197 a 116 individuos del nematodo *Xipinema americanum* en 250 gr de suelo en un periodo de 30 días de observación (Aballay, 2005).



### 1.2.2. Análisis Crítico.

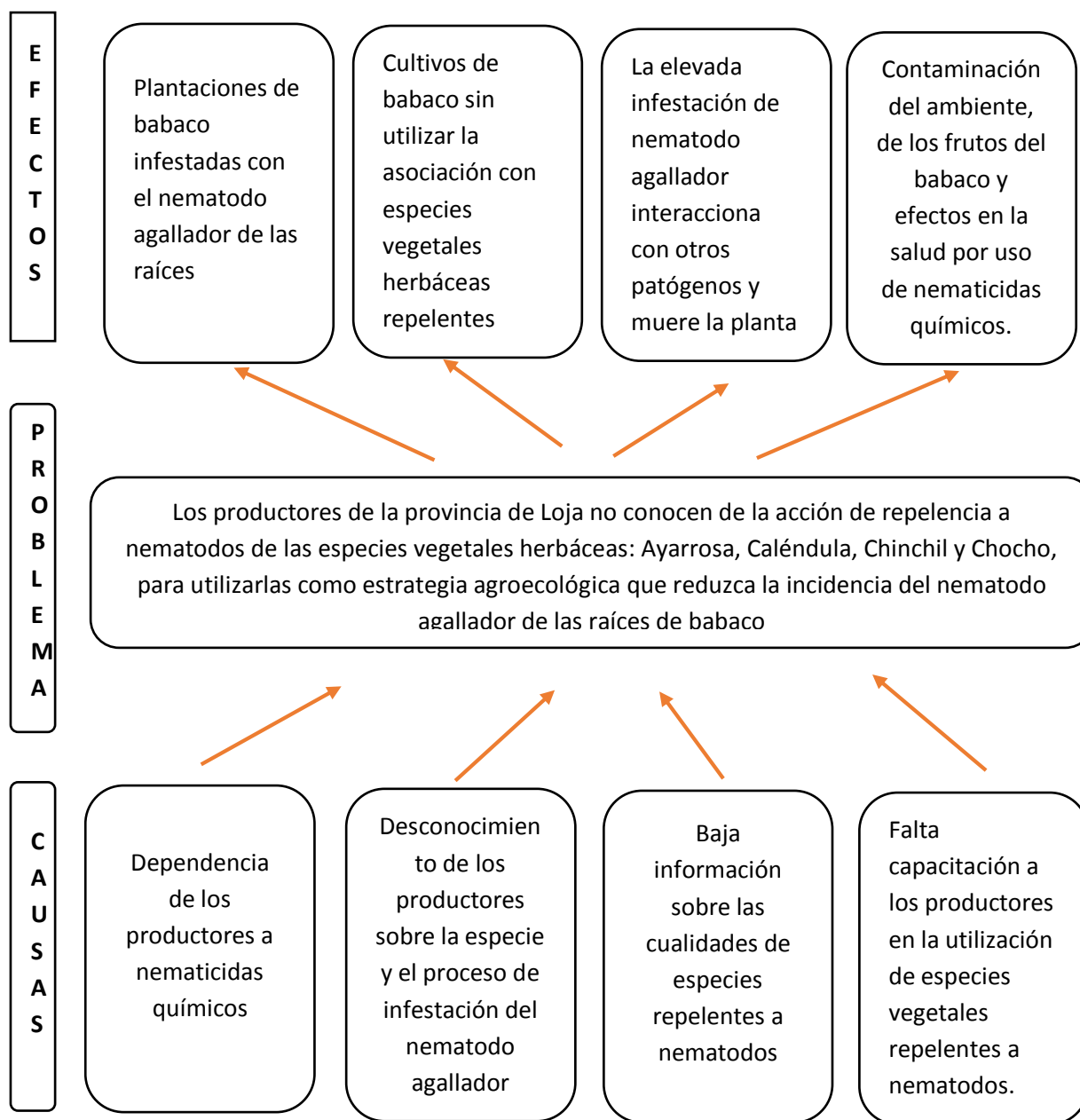


Figura 1. Árbol de Problemas

### 1.2.3. Prognosis.

Con el desarrollo de la presente investigación, se determinará si las especies repelentes utilizadas en el experimento, tendrán la capacidad para regular o disminuir la incidencia del nematodo agallador de las raíces del babaco, una vez concluida la etapa experimental; se podrá replicar la experiencia en otros escenarios realizando las correcciones y ajustes necesarios para mejorar la

calidad de los ensayos, lo cual contribuirá a un adecuado manejo agrotécnico por agricultores tanto comerciales como familiares.

La estrategia agroecológica de utilizar especies repelentes a nematodos para disminuir su incidencia, contribuirá a reducir los costos de producción de las plantaciones de babaco por cuanto los productores se evitarán la adquisición de los plaguicidas que se vienen utilizando en la actualidad.

Al reducir la incidencia de la población de nematodos a niveles tolerables, a un número inferior a las 10 agallas por planta, también se reduce la posibilidad de infección por patógenos oportunistas como son los hongos de los géneros *Pythium* y *Fusarium* que aprovechan las rutas de ingreso o de salida de la nematodos J2 para introducirse y desarrollar el micelio en las raíces y cuello de las plantas para así obstruir el paso de la savia sea bruta o elaborada y por lo tanto mediante el necrosamiento de tejidos, ocasionar la muerte de la planta (Revelo et al., 2009).

Al evitar el uso de pesticidas, se reduce o evita la contaminación ambiental y del suelo, se evita la contaminación por residualidad en los frutos de babaco, no se afecta la salud de los trabajadores de los cultivos de babaco y los frutos serán de mejor calidad.

#### **1.2.4. Formulación del Problema.**

La elevada incidencia del nematodo agallador de las raíces en el cultivo de babaco, provoca generalmente la muerte de un elevado porcentaje de plantas de los cultivos de la provincia de Loja, lo cual provoca pérdidas económicas considerables. El control químico de esta plaga resulta costoso e ineficiente por el grado de resistencia que adquieren los nematodos a los principios activos de los nematicidas. Cuando los patógenos oportunistas aprovechan las heridas o rutas de ingreso utilizadas por los nematodos en la zona de la caliptra para ingresar a la raíz, la interacción acelera la muerte de las plantas atacadas que ocasionan que más del 90 % de las plantas mueran generalmente luego de iniciar la primera cosecha (Soria y Viteri, 1999).

### 1.2.5. Interrogantes.

- ¿Cuál es la importancia del cultivo de babaco en la dieta alimentaria de la población del Ecuador y del Sur del País?
- ¿Qué tipo de organismos son los nematodos y especialmente el nematodo agallador de las raíces del babaco?
- ¿Cómo es el proceso de infestación y forma de daño que causa el nematodo agallador en la raíz de la planta de babaco?
- ¿En qué consiste la dinámica reproductiva del nematodo agallador?
- ¿Por qué razón se denominan especies repelentes y en que se fundamenta esta acción de repelencia?
- ¿De qué manera o procedimiento nos permite valorar la eficiencia de una especie para calificarla de repelente?
- ¿Qué fundamento nos permite calificar el uso de especies repelentes a plagas como estrategia agroecológica?

### 1.2.6. Delimitación del Objeto de Investigación.

La presente investigación abarca los siguientes aspectos:

- **Campo:** Agrícola.
- **Área:** Agroecología.
- **Aspecto:** Evaluar el comportamiento de cuatro especies vegetales herbáceas repelentes al nematodo agallador de las raíces del babaco.
- **Temporal:** La investigación duró desde junio a diciembre de 2015
- **Espacial:** La investigación se la realizó en el la Estación Experimental “La Argelia” de la Universidad Nacional de Loja, ubicada en la parroquia San Sebastián del cantón Loja, provincia de Loja.

### 1.3. JUSTIFICACIÓN.

El presente trabajo de investigación se justifica desde varios ámbitos:

**En el ámbito científico**, la presente investigación aportará en el conocimiento de los fundamentos de la acción de repelencia que las sustancias orgánicas que generan las especies vegetales herbáceas utilizadas ocasionan en el nematodo agallador y su eficacia como medida para reducir la población de nematodo agallador en el lugar donde se desarrolla la planta de babaco y las interacciones que generan en la microbiología del suelo.

**En el ámbito Tecnológico**, la investigación permitirá generar y validar protocolos y procedimientos de aplicación de especies vegetales herbáceas repelentes que permitan reducir o evitar la presencia de nematodos en el cultivo de babaco.

**En el ámbito Ambiental**, pretende contribuir a la disminución del uso de nematicidas sintéticos, que provocan graves impactos negativos al suelo, al agua, a la atmósfera y la salud de los productores y consumidores. A la vez proporcionar alimentos inocuos que garanticen la soberanía alimentaria indispensables para contribuir al Pla Nacional del Buen Vivir de la población ecuatoriana.

**En el ámbito Socioeconómico**, la investigación está orientada a la generación de una alternativa de bajo costo, lo que significará mejores ingresos y condiciones de vida de los productores que la adopten y productos de calidad para los consumidores tanto como producto de mesa o para la agroindustria.

**En el ámbito Institucional**, el proyecto cuenta con el apoyo de laboratorios y áreas experimentales de la Universidad Nacional de Loja y el apoyo de recurso humano de las universidades Técnica de Ambato y Nacional de Loja. Se ubica dentro de las Políticas 7.2 b, 7.2 c, 7.2 m, 7.4 e, 7.4 f, 7.8 a y 7.10 a del Plan Nacional del Buen Vivir 2013 – 2017. Además, esta investigación se realizará como un requisito para la graduación de la Maestría en la Universidad Técnica de Ambato y permitirá incrementar el acervo científico y tecnológico de las instituciones de Educación Superior.

## **1.4. OBJETIVOS:**

### **OBJETIVO GENERAL:**

Evaluar la acción repelente de cuatro especies vegetales herbáceas asociadas al cultivo de babaco *Vasconcellea heilbornii x pentagona* Badillo, como estrategia de manejo agroecológico del nematodo agallador *Meloidogyne sp.* en la hoya de Loja, Ecuador.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Identificar la especie del nematodo agallador de las raíces asociada al cultivo de babaco en la hoya de Loja.
- Determinar el grado de repelencia de cuatro especies vegetales herbáceas al nematodo agallador en el cultivo de babaco
- Establecer las interacciones biológicas entre las especies repelentes y la composición microbiológica del sustrato de los tratamientos.
- Recomendar una metodología de aplicación del uso de especies repelentes al nematodo agallador, a los productores de babaco.

## CAPÍTULO 2.

### MARCO TEÓRICO.

#### 2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.

##### 2.1.1. Características del género *Meloidogyne*.

Los nematodos son gusanos filiformes del grupo de los nematelmintos, con el cuerpo sin segmentar, revestidos de una piel dura (cutícula) y con simetría bilateral, de entre 1 y 3 mm de longitud (figura 2). Penetran en las células vegetales perforando la membrana y se alimentan de su contenido. Producen deformaciones, necrosis y podredumbre en los órganos vegetales especialmente del sistema radical y, en el caso de ataques graves, la progresiva reducción de los rendimientos, cuyo efecto generalmente es aducido a cansancio o fatiga del suelo y a una mala nutrición de la planta (Agrios, 2005).

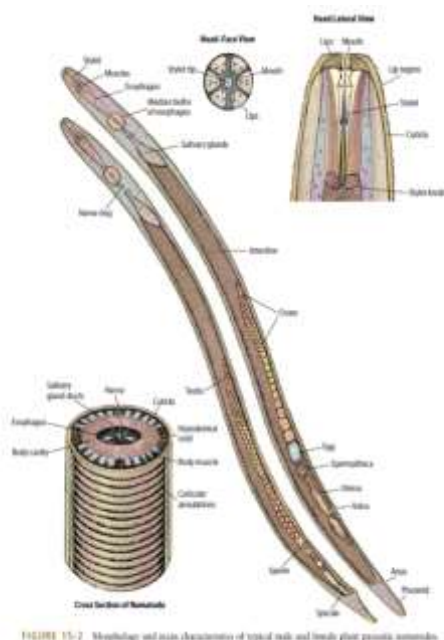


Figura 2. Morfología y características típicas de nematodos hembras y machos. Agrios, 2005.

Para su alimentación los fitonematodos se orientan mediante las anfidias (órganos sensoriales ( Figura 3). Estos animales localizan y se aproximan a la raíz siguiendo el gradiente de secreciones de la raíz; luego con el estilete perforan las paredes de las células e inyectan secreciones de sus glándulas esofágicas. En el caso de *M. incognita*, estas secreciones causan un agrandamiento de las células en el cilindro vascular y aumentan la porción de la división celular en el periciclo, dando lugar a la formación de células gigantes que forman las diferentes nudosidades.

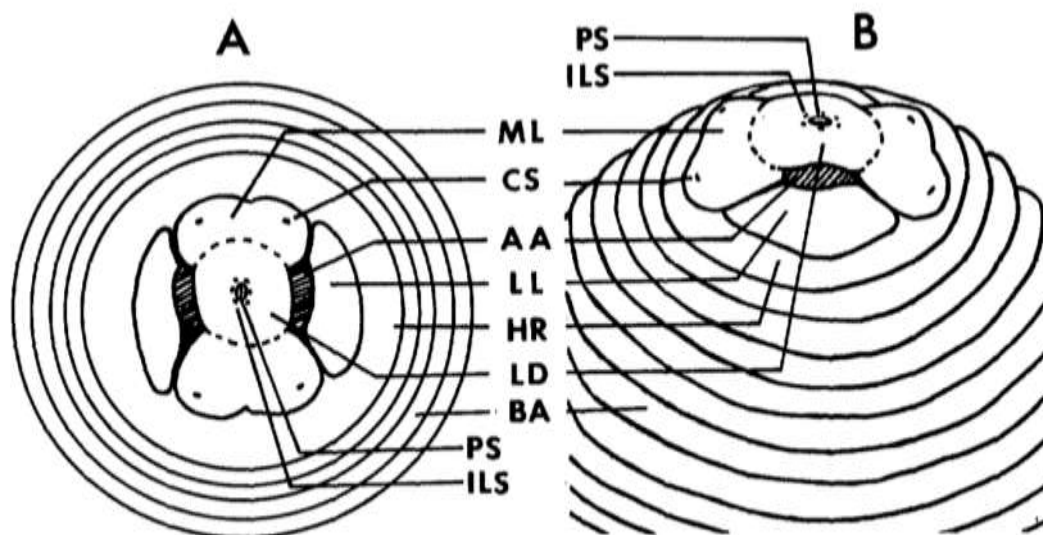


Fig. 1-A, B. Diagrams illustrating the generalized head morphology of a female of the genus *Meloidogyne*. A) Face view. B) View from the lateral side. AA, amphidial aperture; BA, body annule; CS, cephalic sensillum; HR, head region; ILS, inner labial sensillum; LD, labial disc; LL, lateral lip; ML, medial lip; PS, prestoma.

Figura 3. Diagrama de ubicación de las anfidias en la cabeza de la hembra del nematodo agallador.

Fuente: Eisemback *et al.*, 1980.

Además de la formación de agallas, causan la disminución de pelos absorbentes de las raíces, debido a las lesiones que producen y al asocio con otros patógenos como bacterias y hongos (Taylor y Sasser, 1983).

Un carácter morfológico muy distintivo del género *Meloidogyne* es el patrón perineal, localizado en la región posterior de la hembra adulta. Esta zona comprende el perineo (área que rodea al ano y vulva), término de la cola, fasmidios, líneas laterales y estrías cuticulares que rodean todas estas estructuras y a pesar de que se reconoce la existencia de variaciones intra-específicas para este elemento, constituye aún en la actualidad el punto de partida para el diagnóstico de especies (Eisenbank, 1980) y representa un elemento fundamental en el diagnóstico ejecutado por los Laboratorios Provinciales de Sanidad Vegetal en Cuba (Rodríguez *et al.*, 2011).

### 2.1.2. Características de la especie *Meloidogyne incognita*

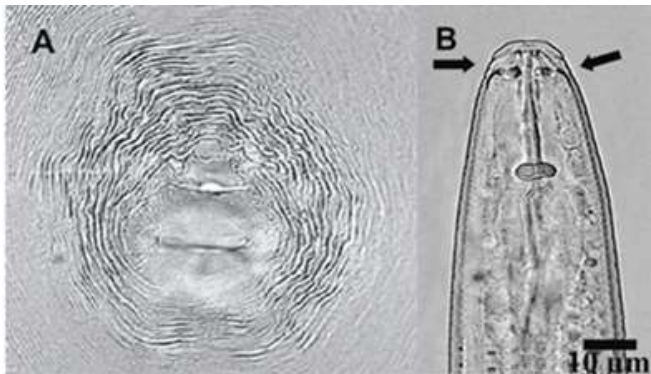


Figura 4. Morfología perineal de hembras en A) y cabeza de J2 en B) de *Meloidogyne incognita* Chitwood.

La hembra presenta un modelo perineal típico, arco dorsal alto y cuadrado, sus estrías son onduladas y en zigzag (figura 4A) algunas veces forman una espiral, no presenta campos laterales y muestra zona vulvar lisa (Solano *et al.*, 2013; Araujo y Santos 2004).

### 2.1.3. Taxonomía del Nematodo Agallador.

El nematodo agallador (Agris, 2005), está ubicado en las siguientes categorías taxonómicas:

Reino:	Animalia
Phylum:	Nemathelminthes.
Clase:	Secernentea
Orden:	Tylenchida
Superfamilia:	Heteroderoidae
Familia:	Meloidogynidae
Género:	<i>Meloidogyne</i>
Especies:	<i>Meloidogyne incognita</i> (Kofoid & White, 1919) Chitwood.

### 2.1.4. Características morfoanatómicas de *Meloidogyne incognita*

Las hembras adultas son de forma redondeada a piriformes, blancas, sedentarias con un cuello corto que se proyecta, en el extremo posterior la vulva y el ano están próximos, rodeados de un patrón cuticular característico, patrón perineal



diferente para cada especie y que fundamenta la clave de identificación de las especies (Agrios, 2005).

Los fasmidios se abren en forma de poro a cada lado del ano, levemente elevados, la cutícula es gruesa y estriada. La espícula es delgada 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, prodélficos, convolutos. Las glándulas rectales son seis, de tamaño grande, segregan una sustancia gelatinosa glicoproteínica en la cual depositan los huevos que no son retenidos dentro del cuerpo de la hembra (Agrios, 2005).

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 (de una a tres). Los sectores laterales son más anchos que los submedianos, asemejándose a mejillas. El estilete es robusto (18 a 25  $\mu\text{m}$ ) con nódulos basales grandes (figura 3B). Las glándulas esofágicas están situadas principalmente en posición ventral. Las espículas son delgadas, entre 18 a 25  $\mu\text{m}$  de longitud, el gubernaculum entre 7 a 11  $\mu\text{m}$  de longitud, tiene uno o dos testículos. La región posterior es redondeada, con fasmidios como poros cerca de la apertura cloacal que es subterminal (Moreno, 2015).

Los Juveniles presentan diferente aspecto según el estadio. El J1 tiene el término de la región posterior roma, realiza la muda dentro del huevo. El J2 es vermiforme, posee capacidad migratoria, es el estado **infestivo**. 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 submedianos. El estilete es delgado de menos de 10  $\mu\text{m}$  de longitud. El poro excretor está por detrás del hemizónido (órgano sensorial). La región posterior tiene una porción hialina claramente visible, con la

punta angosta e irregular en el entorno. J3 es sedentario, hinchado en forma de “salchicha” y una región posterior. El J4 también es sedentario e hinchado, con el ano terminal (Agrios, 2005).

#### **2.1.5. Ciclo biológico y patológico.**

Taylor (1983) señaló que la duración del ciclo de vida del nematodo del nódulo de la raíz es fuertemente afectada por la temperatura. Las distintas especies tienen necesidades mínimas, óptimas y máximas para la incubación, movilidad, invasión de raíces, crecimiento, reproducción y supervivencia; *M incognita*, *M javanica* y *M arenaria* las temperaturas óptimas son entre 15°C a 25°C. El ciclo de vida de *M incognita* concluye en 25 días a 25°C, pero tarda más tiempo a temperaturas más altas o más bajas (Agurto y Quezada, 2012). La tasa de desarrollo depende de la temperatura y del hospedante. En el suelo, es difícil separar la interacción de factores tales como textura, humedad, aireación y temperatura (Puertas, 2009).

La temperatura se considera el factor que mayor influencia tiene en la duración del ciclo de vida de *Meloidogyne* sp. Cuando ésta se mantiene a bajos niveles, el número de nematodos se incrementa lentamente y con el aumento de las temperaturas se reduce la duración del ciclo. El proceso completo alcanza alrededor de 3 semanas entre 28 y 30 °C (Moreno, 2015).

En cuanto a las propiedades físicas del suelo se destacan la porosidad, oxigenación, porcentaje de arena, arcilla y pH. Se ha demostrado que *Meloidogyne* spp. es más severo en suelos arenosos, que en suelos arcillosos y que se desarrolla y reproduce a un rango de pH de 4-8, por lo que se ha relacionado el incremento de los daños con suelos alcalinos, lo cual puede estar asociado al estrés que sufre la planta como consecuencia de la salinidad (Moreno, 2015).

Los nematodos son activos en suelos con niveles de humedad del 40-60 % de la capacidad de campo. En suelos secos ocurre una drástica reducción del número de huevos y juveniles y en condiciones de excesiva humedad se reduce la eclosión de los huevos, así como el metabolismo, movimiento e infestividad de los juveniles y el crecimiento y reproducción de las hembras (Puertas, 2009).

Estudios realizados en Cuba refieren que *M. incognita* puede desarrollar ocho generaciones en un año sobre tomate, y que la duración del ciclo es mayor en los meses de temperaturas más bajas y menor en los meses más cálidos. Se comprobó, además, que el ciclo biológico de *M. incognita* en el cultivo del pimiento oscila de 22-32 días, con temperaturas medias de 26-30 °C y que dicha duración está influenciada por la interacción variedad-suelo, así como que, la humedad del 60 % de capacidad de campo permite que el ciclo biológico se acorte (Puertas, 2009).

**Huevo:** Los huevos son puestos por la hembra en estado de célula simple, se encuentran embebidos en una masa gelatinosa glicoproteínica, en una matriz que los protege de la deshidratación; son ovalados, algunas veces elipsoidales, levemente cóncavos y pueden medir de 30 a 52 micras de ancho por 67 a 128 micras de largo, la hembra ovoposita entre 500 a 1000 huevos (Solano *et al.*, 2013).

**Primera etapa larvaria J1**, se desarrolla en el interior del huevo donde se genera la primera muda, para avanzar en su proceso de transformación (Solano *et al.*, 2013).

**Segunda etapa larvaria J2**, es vermiforme y con su estilete rompe la cáscara del huevo, y sale convirtiéndose en infectiva, porque migra buscando las raíces justamente por la **caliptra** para penetrar con facilidad (Agurto y Quezada, 2012). La larva se vuelve sedentaria y aumenta el grosor, se alimenta de las células que se encuentran en torno a su cabeza insertando su estilete y secretan saliva en ellas. Esta saliva estimula a las células para que crezcan dando inicios a la hiperplasia (Agrios, 2005).

**Tercera etapa larvaria**, la larva presenta una segunda muda y da lugar a la tercera etapa larvaria, donde se expresan con mayor énfasis las características de la especie (Solano *et al.*, 2013).

**Cuarta etapa larvaria**, o fase adulta del macho o de la hembra.

**El Macho**, presenta la cuarta y última muda y emerge de la raíz como adulto vermiforme, que vive libremente en el suelo (Agrios, 2005).

**La Hembra**, de la cuarta etapa larvaria continúa aumentando el grosor y su longitud adquiere forma de pera, y fecundada o no por el macho, continúa incrementando su tamaño y grosor, forma huevos que los deposita en una cubierta gelatinosa protectora (matriz). El ciclo de vida puede concluir en tres o cuatro semanas bajo condiciones ambientales óptimas (Taylor y Sasser, 1983).

Esta especie, al igual que todas las especies de nematodos, se reproduce sexualmente, pero cuando no hay condiciones favorables se reproducen asexualmente. En el transcurso del cultivo, debido a que las condiciones óptimas para la reproducción y desarrollo del nematodo son las mismas para el cultivo que parasitan, se producen muchas generaciones, incrementando notablemente su producción y quedando el inóculo para el próximo cultivo (Solano *et al.*, 2013).

## **2.1.6. Mecanismo de infestación y parasitismo.**

### **2.1.6.1. El proceso de infestación.**

Según Puertas (2009), una vez que los juveniles del segundo estado abandonan el huevo, si se encuentran en el interior de las raíces infestan los tejidos cercanos y si se encuentran en el exterior, migran en el suelo en busca del hospedante. Se ha demostrado que son atraídos por emanaciones de CO<sub>2</sub> y exudados que contienen aminoácidos provenientes de la zona de multiplicación y elongación celular y áreas de emergencia de raíces laterales, las que son captadas por sus órganos cefálicos sensoriales, fundamentalmente las anfidias.

Los juveniles del segundo estado, en su penetración y movimiento utilizan medios mecánicos y químicos. Como su estilete no es tan robusto que les permita perforar las paredes celulares, se plantea que segregan enzimas digestivas que debilitan la lámina media entre las células. Aunque el movimiento vigoroso de sus cuerpos provoca el debilitamiento de las paredes celulares, esta no es una migración destructiva. La migración sigue un patrón característico de comportamiento, compuesto por movimientos continuos de la cabeza conjugados con períodos de introducción de la punta del estilete y bombeo de las glándulas esofágicas. Este comportamiento se mantiene durante todas las fases del

parasitismo: invasión de las raíces, migración intercelular y alimentación a partir de las células gigantes (Puertas, 2009).

Cuando los juveniles de segundo estado alcanzan el cilindro vascular en desarrollo, reconocen una célula particular y se establecen; dicha célula será la precursora del sitio de alimentación permanente. Los componentes de las secreciones de los nematodos son los responsables de disparar los mecanismos implicados en la inducción de dichos sitios de alimentación (Taylor y Sasser, 1983).

La formación de la célula gigante, como sitio de alimentación permanente en la planta, es el resultado de repetidas divisiones nucleares sin citokinesis. Después de 24 horas de penetración del estilete, se pueden observar dos núcleos y más de 10, dentro de las próximas 24 horas. El resultado final es una célula grande multinucleada (Puertas, 2009).

Al formarse estas células gigantes, se bloquean los vasos del xilema e inducen la multiplicación de células corticales, que aumentan tanto en tamaño como en número, produciéndose entonces una agalla o nódulo en la raíz. El tamaño de la agalla está relacionado con la planta hospedante, el número de juveniles de segundo estado y la especie de nematodo (Solano *et al.*, 2013).

Después de establecidos los nematodos en el sitio de alimentación, los músculos de la pared de su cuerpo degeneran y quedan atrapados en el interior de las agallas o nódulos. A partir de este momento dependen absolutamente de esta zona para abastecerse de agua y de nutrientes (Puertas, 2009).

Las hembras comienzan a engrosar su cuerpo y como consecuencia provocan ruptura de los tejidos de la planta quedando conectadas con su estilete al sitio de alimentación. Las hembras se reproducen asexualmente y segregan una matriz gelatinosa dentro de la cual depositan cientos de huevos (Puertas, 2009).

Los huevos inmersos en esta matriz gelatinosa, pueden quedar en el exterior de los tejidos o encerrados en el interior de la raíz hasta su eclosión. Dentro de los huevos se forma el primer estado larval y se produce la primera muda antes de eclosionar. La producción de huevos es un proceso muy perjudicial para la planta

infestada, la formación de los mismos supone una gran demanda de agua, nutrientes y productos de la fotosíntesis (Moreno, 2015).

Los machos suelen ser raros en las poblaciones de nematodos formadores de agallas. Diferentes tipos de estrés pueden dirigir al incremento de su producción. Estos incluyen deficiencias o reducción en la fotosíntesis de la planta hospedante, edad de la planta, reguladores o inhibidores del crecimiento de la planta, incremento en la densidad de población de los nematodos, presencia de organismos fitopatógenos, nivel de resistencia de la planta hospedante, y hasta factores abióticos como temperatura y radiaciones (Puertas, 2009).

#### **2.1.5.2. Sintomatología.**

En la parte aérea de la planta presenta desarrollo deficiente, hojas pequeñas de color verde pálido o amarillento que tienden a marchitarse cuando el clima es cálido. Las inflorescencias y frutos no se forman o se atrofian. En la parte subterránea las raíces presentan agallas de forma irregular que se asemejan a una masa. Con frecuencia se produce la pudrición de la raíz, nacen varias ramificaciones cortas en la parte superior de la agalla formando un sistema radicular tupido (Agrios, 2005).

#### **2.1.5.3. Evaluación de la infestación de *Meloidogyne incógnita*.**

Taylor y Sasser (1983), propusieron en su Obra “Biology, identification and control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* species)”, una escala para la evaluación de la incidencia del nematodo *Meloidogyne* ssp., para unificar la determinación de la patogenicidad de este fitoparásito (Tabla 1).

Tabla 1. Escala de evaluación para nematodos (*Meloidogyne* sp.)

<b>Grado</b>	<b>Número de agallas por planta</b>	<b>Clasificación</b>
0	0	Plantas inmunes.
1	1-2	Planta resistente.
2	3-10	Planta medianamente resistente
3	11-30	Planta moderadamente susceptible
4	31-100	Planta susceptible.

5	>100	Planta altamente susceptible.
---	------	-------------------------------

Fuente: Taylor y Sasser (1983).

En Loja, Sánchez y Sánchez (2003), investigaron la variabilidad de las *Vasconcelleas*, con resistencia a *Meloidogyne incognita* y *Fusarium oxysporum* para inicio de mejora genética, y de acuerdo a la escala de (Taylor y Sasser 1983), encontraron que las especies *Vasconcellea candidans* Gray, tuvieron el menor índice de nódulos por planta entre 1 y 1,6 considerados como infección muy ligera, luego *Vasconcellea heilbornii* Badillo, con promedios de 15 nódulos por planta considerada infestación ligera, *Vasconcellea stipulata* Badillo, con 29,4 nódulos promedio como infestación moderada, *Vasconcellea pubescens* (A.DC.) Solms, *Vasconcellea palandensis* Heilbornii y *Vasconcellea parviflora* Solms con 34, 41 y 48 nódulos respectivamente, *Vasconcellea heilbornii nm pentágona* (babaco) con 78 nódulos, como alta infestación.

#### **2.1.7. Fuentes de inóculo de *Meloidogyne incognita*.**

Solano (2014), recomienda el siguiente protocolo para la identificación y preparación de inóculo del nematodo agallador:

- Muestreo de cultivos con síntomas de infestación de nematodos.
- Recolección de raíces agalladas del nematodo en raíces de plantas de babaco en la zona y recolección de muestras de suelo de la zona de la rizósfera de la planta.
- Cuantificación de poblaciones de nematodo agallador en babaco mediante los siguientes protocolos:
  - En muestras de suelo se procesarán siguiendo la metodología de Baerman modificado o platos calados (Hooper y Phillip, 2005), citado por Solano (2014).
  - Las muestras de raíces se procesarán seleccionando agallas de buena configuración sin síntomas de pudrición y serán procesadas mediante las metodologías de Taylor 1971. Los nematodos recuperados serán procesados en embudos Baerman 1951, de los cuales se recogerá nematodos limpios contenidos en el sobrenadante de la parte inferior del embudo.

- Cálculo de poblaciones. - Tanto en las muestras de suelo como en muestras de raíces se cuantificará la población de juveniles J2 tomando cinco alícuotas de 2 ml de la suspensión agua-nematodos recuperados. Las alícuotas se observarán en placas tipo Siracusa o cajas Petri observadas en estereoscopio con objetivo de 40 X. La población se determinará haciendo una relación de regla de tres directa: ejemplo: Si en 2 ml hay una determinada población (n nematodos) en 100 ml cuántos.
- Identificación Taxonómica, - Para la identificación se trabajará con hembras, machos y juveniles J2. En hembras en fase de reproducción, se realizarán cortes perineales según las metodologías de Taylor y Sasser (1983), y comparados con patrones perineales de Taylor y Sasser (1983), Sasser y Carter (1985) y Eisemback (1980).
- En machos Juveniles J2 se realiza mediciones de largo y ancho del cuerpo del nematodo y se describirá las formas de la cabeza y la cola.
- Los resultados de las caracterizaciones morfométricas deben ser comparados con las claves taxonómicas antes indicadas (Solano, 2014).

### **2.1.8. Microorganismos del suelo asociados a la rizósfera.**

Rizósfera es la zona biológicamente activa alrededor de las raíces de las plantas, que contiene microorganismos, tales como bacterias, hongos y actinomicetos, los cuales interactúan entre sí, con la planta y con el suelo. En este sitio se genera una serie de interacciones complejas, debido a la actividad biológica intensa y la transferencia de agua y nutrientes, que pueden resultar benéficas o dañinas a las plantas. Esto se debe a la existencia de en la rizósfera de una amplia gama de compuestos orgánicos tales como exudados radicales de bajo peso molecular como: secreciones, mucigeles, lisados celulares y metabolitos (Honorato, 2000).

Espejo y Jimbo (2014), encontraron que la microbiología del suelo en el lugar de su experimento, estuvo compuesta de la siguiente manera:



Tabla 2. Microbiología del suelo sector Moraspamba, “La Argelia”, UNL

Microorganismos del suelo	Cantidad/gramo	Porcentaje	Referenciales agrícola	Suelo
Hongos totales	1.563.405.432	4,82	1.000.000	15.000.000
Bacterias totales	14.754.638.769	45,48	1.000 -	1.000.000
Actinomicetos totales	16.122.618.522	49,70	20.000 -	1.000.000
Total	32.440.662.723	100,00		

Fuente: Laboratorio de Sanidad Vegetal de la Universidad Nacional de Loja (UNL)

## 2.1.9. Las especies herbáceas repelentes a nematodos.

### 2.1.9.1. Definición.

Solano (2009) señala que en los últimos años se está retornando al uso de las plantas como fuente de pesticidas naturales, más seguros para el ambiente y la salud humana. La utilización de las plantas con propiedades biopesticidas es un instrumento tecnológico importante dentro del marco del manejo ecológico de plagas y enfermedades en los cultivos.

Las plantas plaguicidas son todas aquellas que han desarrollado sustancias denominadas aleloquímicas, como mecanismo de defensa frente al ataque de plagas. Esos compuestos se han desarrollado a través de la evolución mediante la activación de vías metabólicas secundarias, en las que se han creado compuestos químicos que cumplen la función de mensajeros o infoquímicos entre las mismas y diferentes especies, que regulan defensivamente la presencia de plagas (Solano, 2009).

Estos compuestos aleloquímicos pueden actuar como atrayentes, estimulantes, toxinas, repelentes o inhibidores de la alimentación o de la ovoposición. La gran abundancia de estos compuestos en las plantas ofrece excelentes perspectivas de identificación y uso como plaguicidas (Solano, 2009). Así mismo afirma que el uso de plantas como repelentes es muy antiguo, pero no se le ha brindado la atención necesaria para su desarrollo. Esta práctica se realiza básicamente con compuestos que tienen mal olor o efectos irritantes.

Solano (2009) encontró las siguientes especies con propiedades repelentes a nematodos: achiote (*Bixa orellana* L.) carotenoides; ayarrosa (*Tagetes erecta* L.)

rotenoides,  $\alpha$ -terthienyl; borrachera (*Ipomoea carnea* Jack) swansonina; chinchil (*Tagetes terniflora* Kunth)  $\alpha$ -terthienyl; chine (*Urtica urens* L.) ácido fórmico.

Aballay (2005) expone que entre las plantas antagónicas más estudiadas en los sistemas de cultivo están especies de *Tagetes* y otras asteráceas, por ejemplo: *Helenium* spp., *Cosmos* spp., *Gaillardia* spp., *Calendula officinalis*, *Zinnia elegans*, entre otras.

Numerosos experimentos han mostrado que varias especies y cultivares de *Tagetes* pueden controlar eficientemente nematodos en cultivos establecidos, ya sea cuando se usan como rotación, en cultivos de cobertera o como enmienda al suelo (Maguncelaya, 2005).

La reducción en la densidad de población de los nematodos frente a la presencia de *Tagetes* sp. se debe a sustancias presentes en las raíces de estas plantas, las que inducen la muerte de los individuos y que están ubicadas preferentemente en la endodermis. Uno de estos compuestos aislados es  $\alpha$ -terthienyl (Anexo 9), el cual también ha sido extraído desde las flores de esta especie, y que ha mostrado ser uno de los más potentes en esta acción. Con *Lupinus albus* se reguló una población inicial de 183 a 112 y *Tagetes patula* de 213 a 103 individuos del nematodo *Xipinema americanum* en 250 gr de suelo en un periodo de 30 días de observación (Aballay, 2005).

Kumar (2005), señala que los metabolitos secundarios de las plantas, especialmente  $\alpha$  - terthienyl, ejercen acción fototóxica a través de la inhibición de ciertas enzimas y la generación de oxígeno singlete. Algunos informes han sugerido la generación de radicales libres in vitro por  $\alpha$  - terthienyl, que producen el anión radical superóxido, empleando técnicas de espín que los atrapan, probablemente debido a la extensión de la última reacción. Sobre la base de esta observación se explica la acción fototóxica de  $\alpha$  - terthienyl sobre larvas de *Aedes aegypti*.

## 2.1.9.2. Ayarrosa *Tagetes erecta* L.

### 2.1.9.2.1. Taxonomía de la planta.

Según Aguirre y Merino (2000), el taxón de la ayarrosa es:

Reino: Plantae.  
División: Magnoliophyta.  
Clase: Magnoliopsida  
Orden: Asterales.  
Familia: Asteraceae.  
Género: *Tagetes*.  
Especie: *Tagetes erecta*.  
Nombre Científico: *Tagetes erecta* L.



Figura 5. Planta de ayarrosa.

Fuente: <https://wildrootnaturals>  
2015

### 2.1.9.2.2. Descripción.

La Ayarrosa también llamada flor de muerto, Maringold, es una hierba cultivada anual, erecta, de 1m de altura, glabra y fragante, hojas opuestas imparipinadas, pinnas lanceoladas, aserradas, de 3,2 cm de largo, inflorescencia terminal o axilar, cabezuelas amarillas (Figura 4), largamente pedunculadas, solitarias, pedúnculo de 10 cm, flores del radio femeninas, polipétalas y gamosépalas, corolas liguladas, lígulas amarillas, flores del disco hermafroditas, aquenios lineales negros (Agurto y Quezada, 2012). También se reporta que es repelente a nematodos (Solano, 2009), por el contenido de  $\alpha$ -terthienyl especialmente en sus raíces (Aballay, 2005)

### 2.1.9.3. *Caléndula* *Calendula officinalis* L.

#### 2.1.9.3.1. Taxonomía de la planta.

Según Aguirre y Merino (2000) el taxón de caléndula es:

Reino: Plantae.  
División: Magnoliophyta.  
Clase: Magnoliopsida  
Orden: Asterales.  
Familia: Asteraceae.  
Género: *Calendula*.  
Especie: *Calendula officinalis*.  
Nombre Científico: *Calendula officinalis* L.



Figura 6. Planta de caléndula.

Fuente: <https://wildrootnaturals> 2015

#### 2.1.9.3.2. Descripción.

También conocida como maravilla, flamenquilla o flor de difunto, esta herbácea, que alcanza poco más de medio metro de altura, procede del sur de Europa y Oriente Próximo, aunque su facilidad de adaptación a todo tipo de condiciones ha facilitado su expansión por todos los continentes como planta silvestre. Su nombre procede del latín 'calendas', que hace referencia al primer día del mes, ya que sus flores, si las condiciones climáticas no son muy rigurosas, pueden surgir todos los meses. Las encontramos en tonos amarillos y anaranjados, se abren al amanecer y permanecen cerradas durante la noche (Figura 5).

Tradicionalmente, se hacían guirnaldas con ella y se colocaban a las puertas de las casas, ya que, según la superstición, ahuyentaba las enfermedades, por el contenido de  $\alpha$ -terthienyl especialmente en sus raíces (Aballay, 2005). Principio activo: calendulina: se caracteriza por ser excelente para controlar nematodos y moscas blancas si se la siembra intercalada con yerbabuena (Bonifaz, 2010).

#### 2.1.9.4. El chinchil *Tagetes terniflora* Kunth.

##### 2.1.9.4.1. Taxonomía de la planta.

Aguirre y Merino (2000), establecen que el Chinchil tiene el siguiente taxón:

Reino: Plantae.  
División: Magnoliophyta.  
Clase: Magnoliopsida  
Orden: Asterales.  
Familia: Asteraceae.  
Género: *Tagetes*.  
Especie: *Tagetes terniflora*.  
Nombre Científico: *Tagetes terniflora* **Kunth**



Figura 7. Planta de chinchil

Fuente: [www.wordpress.com/](http://www.wordpress.com/) 2015

##### 2.1.9.4.2. Descripción.

El chinchil es una hierba anual, erecta entre 0,50 a 1,50 m de altura, raíz pivotante robusta, planta bien ramificada, tallo leñoso, con médula cuando tierno y vacío luego de iniciada la floración, hojas pinnadas, pinnas linear-lanceoladas, aserradas, de 9,4 cm de largo y 2,6 cm de ancho, con aroma penetrante, con más intensidad cuanto más avanza a la madurez, inflorescencias en capítulos o cabezuelas, en racimos de inflorescencias (Solano *et al.*, 2013).

Las flores pueden ser liguladas o flores marginales, y las centrales del disco, todas hermafroditas (Figura 6). El fruto es un aquenio negro que cuando madura, dentro de la cápsula de la inflorescencia, al sacudirse emite un sonido algo parecido a un chinesco de bebé, por lo cual recibe su nombre de chinchil que es prácticamente como suena.

Cuando madura la flor hasta la dehiscencia es cuando el aroma es más fuerte, repelente a nematodos (Solano, 2009) por el contenido de  $\alpha$ -terthienyl (figura 7) especialmente en sus raíces (Aballay, 2005).

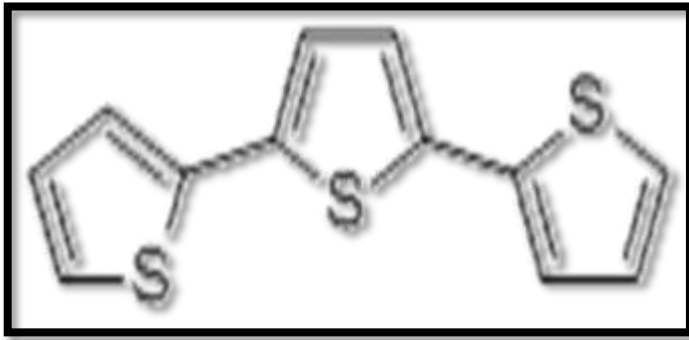


Figura 8. Fórmula desarrollada del  $\alpha$  – terthienyl, fórmula química C<sub>12</sub>H<sub>8</sub>S<sub>3</sub>

Fuente: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov> 2015

### 2.1.9.5. *El chocho, Lupinus albus L.*

#### 2.1.9.5.1. Taxonomía de la planta.

El chocho andino tiene el siguiente taxón (Aguirre y Merino, 2000):

Reino: Plantae.  
 División: Magnoliophyta.  
 Clase: Magnoliopsida  
 Orden: Fabales.  
 Familia: Fabaceae.  
 Género: *Lupinus*.  
 Especie: *Lupinus albus*.  
 Nombre Científico: *Lupinus albus* L.



Figura 9. Planta de Chocho.  
 Fuente: [wordpress.com/](http://wordpress.com/) 2015

#### 2.1.9.5.2. Descripción.

Es una planta leguminosa de la familia Fabaceae que son árboles y arbustos y hierbas con frutos tipo legumbre. Las plantas de chocho o Lupinus son de raíces profundas, siendo las principales muy fuertes, hojas digitadas con varios folíolos, ramificación dicotómica, pudiendo tener tres y hasta cuatro estratos de ramificaciones, apareciendo las inflorescencias en los puntos de ramificación.

Presentando cuando el desarrollo es bueno tres pisos de vainas y, a veces, cuatro. Inflorescencias terminales muy visibles (figura 7), generalmente autógamas y un porcentaje de alogamia entre el 4 y el 10 %, fecundación entomófila, vainas comprimidas, de forma oval o cuadrangular, conteniendo pocas semillas (www.foro.salvatuvida.com 2014), hay dos variantes, la amarga y la dulce, la amarga se suele usar para el ganado y también puede comerla el ser humano si se trata previamente y la dulce se puede comer directamente. En estudios de sensibilidad y resistencia a nematodos, Franco (2014), reporta que el lupino no es hospedero de nematodos, por su contenido de saponina.

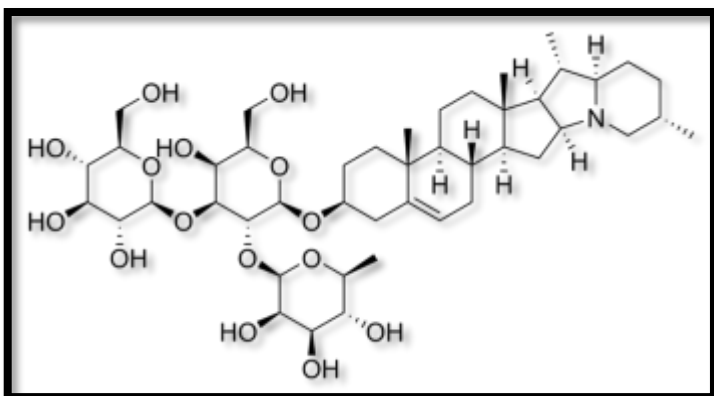


Figura 10. Estructura química de la alfa solanina saponina tóxica (Martínez, 2002).

Las saponinas (figura 10) son un grupo de glucósidos oleosos, los cuales son solubles en agua produciendo espumosis cuando las soluciones son agitadas. Algunas saponinas son marcadamente tóxicas. Estas son llamadas sapotoxinas (Martínez, 2002).

#### 2.1.10. Trabajos realizados sobre especies repelentes.

Gaury y Perry 1991, citado por Perry *et al.*, 2009), encontraron que las especies del género *Tagetes* por su antagonismo produjo reducción en la población de *Meloidogyne incognita*.

Solano *et al.*, (2013), probaron extractos estandarizados de *Tagetes erecta* L., *Tagetes terniflora* Kunth, y *Melia Azederach* L. aplicados a sustratos en concentraciones de 0,06; 0,08; y 0,10% dieron como resultado alta mortalidad de J2 de 54 a 72% de *Meloidogyne incognita* a las 72 horas.

Aballay (2005) expone que entre las plantas antagónicas más estudiadas en los sistemas de cultivo están especies de *Tagetes* y otras asteráceas, por ejemplo: *Helenium* spp., *Cosmos* spp., *Gaillardia* spp., *Calendula officinalis*, *Zinnia elegans*, entre otras. Numerosos experimentos han mostrado que varias especies y cultivares de *Tagetes* pueden controlar eficientemente nematodos en cultivos establecidos, ya sea cuando se usan como rotación, en cultivos de cobertera o como enmienda al suelo.

Magunacelaya (2005) utilizó de extracto de Quillay, compuesto por saponinas y sólidos no saponinas tales como polifenoles, sales y azúcares control, sobre nematodos ectoparásitos y endoparásitos como: *Xiphinema index*, *M. hapla*, *M. incognita*, *Xiphinema americanum* s. L., *Criconemella* sp. *Pratylenchus* sp., *Hemicycliophora* sp., y, *Tylenchulus semipenetrans*. Se aplicó en forma diluida en 5000 ppm, obteniéndose una mortalidad del 100 % de nematodos *Meloidogyne* ssp a las 48 horas después de la aplicación.

Bonifaz (2010) en su trabajo realizado utilizando saponina hidrolizada de quinua, encontró que su efectividad fue del 91% de mortalidad de *Drosophyla melanogaster* a los 25 días de aplicada

## **2.2. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA.**

La presente investigación, se fundamenta en el paradigma positivista, o empírico analítico por cuanto el enfoque de la investigación es cuantitativo (Quiroga, 2007), que se caracteriza por:

- Observación directa de los fenómenos y un control minucioso de los mismos mediante ayudas técnicas, que amplían el campo de la observación y garantizan mejores datos.
- Elaboración de hipótesis con el fin de interpretar la causa o razón de los hechos observados mediante construcciones lógico - matemáticas.



- Aprecio por la experimentación entendida como pregunta científica, guiada por una hipótesis, con la que se condiciona a la naturaleza para que responda nuevas preguntas. A esto se vincula también la posibilidad del pronóstico y control de los acontecimientos. Empleando como método la determinación de variables, la operacionalización de variables y la obtención de datos (López, 2014).

### **2.3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL.**

La Constitución Política del Ecuador del 2008, Título II referente a los Derechos del Buen Vivir, sección primera del Agua y Alimentación, Art. 13 donde las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales y que el Estado ecuatoriano promoverá la soberanía alimentaria (ASAMBLEA NACIONAL CONSTITUYENTE, 2008).

En la sección segunda que habla del Ambiente, hace énfasis en el Art. 15 donde indica que el Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.

Así también en la sección cuarta de Cultura y Ciencia, menciona en el Art. 25, en el cual las personas tienen derecho a gozar de los beneficios y aplicaciones del progreso científico y de los saberes ancestrales.

En el capítulo séptimo se relaciona con los Derechos de la Naturaleza, donde se consideran los artículos 71 que hace referencia a la naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos; el Art. 73, donde el Estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan

conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales.

El Título VII, hace referencia al Régimen del Buen Vivir, sección octava de Ciencia, Tecnología, Innovación y Saberes Ancestrales, Art. 385, dice que el sistema nacional de ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales, en el marco del respeto al ambiente, la naturaleza, la vida, las culturas y la soberanía, tendrá como finalidad, generar, adaptar y difundir conocimientos científicos y tecnológicos; recuperar, fortalecer y potenciar los saberes ancestrales y desarrollar tecnologías e innovaciones que impulsen la producción nacional, eleven la eficiencia y productividad, mejoren la calidad de vida y contribuyan a la realización del buen vivir.

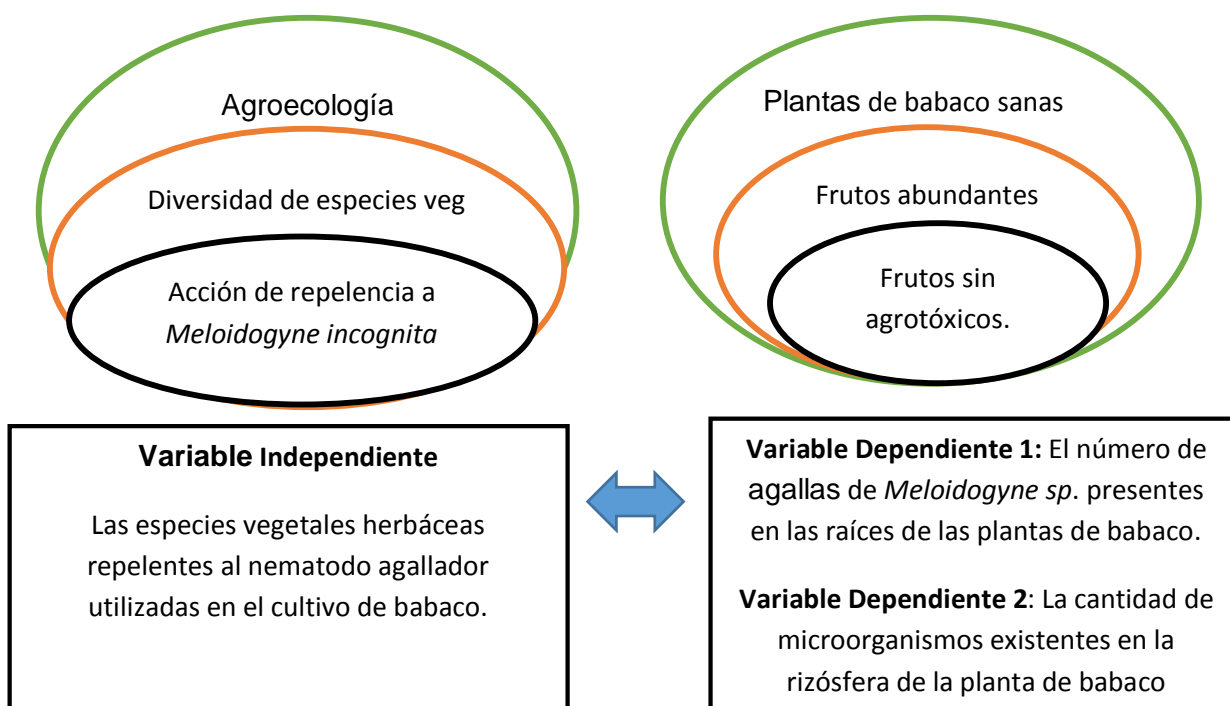
Así también el capítulo segundo de la Biodiversidad y Recursos Naturales, en sus artículos se hace referencia al cuidado de la naturaleza, ambiente, suelo, agua, biósfera, ecología urbana y energías alternativas.

En el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS, 2015), libro IV sobre la Biodiversidad Título II de la Investigación, Colección y Exportación de Flora y Fauna Silvestre, el art. 1 muestra la formación de un Grupo Nacional de Trabajo sobre Biodiversidad, quienes deberán cumplir funciones de diálogo e intercambio de información sobre asuntos relacionados con la diversidad biológica y proveer asesoramiento técnico a nivel formal e informal al Estado.

En las políticas de investigación de la Universidad Técnica de Ambato, en el objetivo general menciona que se debe Impulsar la investigación formativa y generativa para responder a las necesidades prioritarias de la Universidad y de la población de la zona central del Ecuador, para mejorar su calidad de vida, y elevar la productividad y competitividad mediante la transferencia tecnológica y apoyo a la innovación (*Res. 881-CU-P-2009, de julio 15/2009*).

## 2.4. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES.

Tabla 3. Descripción de Variables



### 2.4.1. Marco teórico de la variable independiente.

#### 2.4.1.1. Agroecología.

La Agroecología reivindica la necesaria unidad entre las distintas ciencias naturales entre sí con las ciencias sociales para comprender las interacciones existentes entre procesos agronómicos, económicos y sociales; reivindica la vinculación entre el suelo, la planta, el animal y el ser humano. Es el enfoque teórico y metodológico que utilizando varias disciplinas científicas estudia la actividad agraria desde una perspectiva ecológica, investigándolos como un todo. Utiliza como unidad de análisis el agroecosistema y establece su compromiso ético y social en la solución de los problemas ambientales con quienes sufren más directamente los costos sociales y ambientales del modelo de agricultura intensiva e industrializada predominante, los productores y especialmente los campesinos (González de Molina et al., 1999).

En el agroecosistema se articulan los seres humanos con los recursos naturales: suelo, microbiología, agua, energía solar, clima, especies vegetales y especies de

animales. Esta articulación se explica en una estructura interna de autorregulación continua de automantenimiento, de autorrenovación, de resiliencia, manteniéndose en una situación de equilibrio inestable (González de Molina et al., 1999).

#### **2.4.1.2. Diversidad de especies vegetales.**

Por "diversidad biológica" se entiende la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas. Por "ecosistema" se entiende un complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional (ONU, 1992).

Una estrategia basada en la diversidad vegetal es el uso de cultivos trampa, los cuales son cultivos huéspedes sembrados para atraer nematodos, pero destinados a ser cosechados o destruidos antes que los nematodos incuben. Esta táctica se ha empleado contra nematodos quistes, mediante la siembra de crucíferas que son aradas antes que los nematodos de la remolacha se desarrollen completamente. El mismo objetivo se alcanza en los cultivos de piña (*Ananas comosus* (L.) Merr.), al sembrar tomates y destruirlos antes que los nematodos radiculares se puedan reproducir (Altieri, 1995).

También existe evidencia de que la acción tóxica de algunas plantas afecta desfavorablemente a las poblaciones de nematodos. Oostenbrink en sus experimentos demostró que la especie *Tagetes erecta* L. y *Tagetes patula* L. reducen la población de ciertas especies de nematodos que atacan a la raíz, tales como *Pratylenchus*, *Tylenchorchynchus* y *Rotylenchus*. El efecto de las caléndulas sobre *Pratylenchus* parece deberse a la acción nematicida de las raíces de las plantas en crecimiento que secretan alfa-terthienyl. En estudios posteriores Visser demostró que dos especies de caléndulas disminuyeron considerablemente las poblaciones de *Pratylenchus coffeae* y *M. javanica* en el suelo de cultivo de té (*Camellia sinensis*), el cultivo de caléndula redujo la

población de nematodos con mayor rapidez y eficacia que si se mantenía el suelo del cultivo de té en barbecho (Altieri, 1995).

#### **2.4.1.3. Especies vegetales repelentes a nematodos.**

En los últimos años se está retornando al uso de las plantas como fuente de pesticidas naturales, más seguros para el ambiente y la salud humana. La utilización de las plantas con propiedades biopesticidas es un instrumento tecnológico importante dentro del marco del manejo ecológico de plagas y enfermedades en los cultivos

Las plantas plaguicidas son todas aquellas que han desarrollado sustancias denominadas aleloquímicas, como mecanismo de defensa frente al ataque de plagas. Estos compuestos aleloquímicos pueden actuar como atrayentes, estimulantes, toxinas, repelentes o inhibidores de la alimentación o de la oviposición, compuestos que ofrecen excelentes perspectivas de identificación y uso como plaguicidas de bajo impacto (Solano, 2009).

las siguientes especies con propiedades repelentes a nematodos: achiote (*Bixa orellana* L.) carotenoides, ayarrosa (*Tagetes erecta* L.) rotenoides,  $\alpha$ -terthienyl, borrachera (*Ipomoea carnea* Jack) swansonina, chinchil (*Tagetes terniflora* Kunth)  $\alpha$ -terthienyl, chine (*Urtica urens* L.) ácido fórmico (Solano, 2009).

Aballay (2005) expone que entre las plantas antagónicas más estudiadas en los sistemas de cultivo están especies de *Tagetes* y otras asteráceas, por ejemplo: *Helenium spp.*, *Cosmos spp.*, *Gaillardia spp.*, *Calendula officinalis*, *Zinnia elegans*, entre otras. Numerosos experimentos han mostrado que varias especies y cultivares de *Tagetes* pueden controlar eficientemente nematodos en cultivos establecidos, ya sea cuando se usan como rotación, en cultivos de cobertera o como enmienda al suelo; además varios compuestos nematicidas han sido obtenidos de esta especie.

La reducción en la densidad de población de los nematodos frente a la presencia de *Tagetes* sp. se debe a sustancias presentes en las raíces de estas plantas, las que inducen la muerte de los individuos y que están ubicadas preferentemente en la endodermis. Uno de estos compuestos aislados es  $\alpha$ -terthienyl, el cual también ha sido extraído desde las flores de esta especie, y que ha mostrado ser uno de los más potentes en esta acción. Con *Lupinus albus* se reguló una población inicial de 183 a 112 y *Tagetes patula* de 213 a 103 individuos del nematodo *Xipinema americanum* en 250 gr de suelo en un periodo de 30 días de observación (Aballay, 2005).

Kumar (2005) señala que los metabolitos secundarios de las plantas, especialmente  $\alpha$  - terthienyl, ejercen acción fototóxica través de la inhibición de ciertas enzimas y la generación de oxígeno singlete. Algunos de los informes han sugerido participación exhibiendo de generación de radicales libres *in vitro* por  $\alpha$  - terthienyl.

#### **2.4.2. Marco teórico de la variable dependiente.**

##### **2.4.2.1. La planta de babaco.**



La planta de babaco posee raíces principales gruesas, de tipo carnosos que tienden a la verticalidad. Es una planta arbustiva que va de 1 a 3 m de altura, su tallo es recto de consistencia no leñosa, de 8 a 23 cm de diámetro. Las hojas son alternas pentalobuladas y pentanervadas de color verde oscuro que miden entre 23 a 46 cm de largo, por lo general las hojas no tienen estípulas. Las flores aparecen en las axilas de las hojas, son solitarias y de sexo femenino (Castro y Guerrero, 1999).

*Figura 11. Planta de babaco.*  
Fuente: Sánchez y Sánchez, 2003.

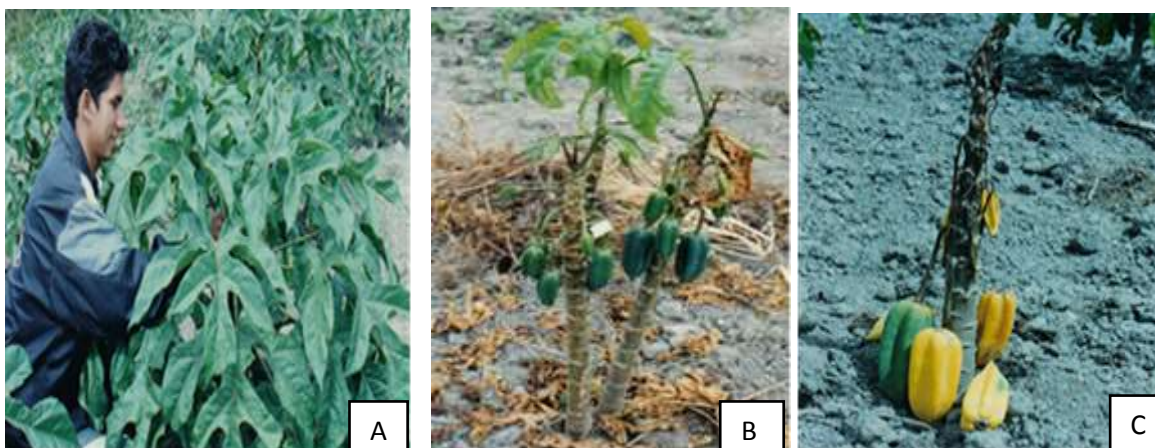


Figura 12. Variabilidad de respuesta de *Vasconcellea heilbornii* nm pentagona (Heilb) Badillo, al ataque de *Meloidogyne incognita* A) Inmune, B) Sensible y C) Muerte de la planta (Sánchez y Sánchez, 2005).

Las flores son solitarias femeninas con cinco pétalos de color blanco-amarillento-verdoso, el cáliz es de color verde oscuro, el ovario es súpero, tiene cinco carpelos que contienen muchos óvulos, el estigma es sécil, blanco y pentaflagelado (Caguana *et al.*, 2003).

El fruto es una baya de gran tamaño, entre 18 a 34 cm de largo, entre 7 a 11 cm de diámetro y de 424 a 1 260 g de peso. Su forma es truncada en su base, de ápice agudo a veces acuminado, transversalmente pentágono con 5 lados bien definidos, longitudinalmente de forma oblonga. De 75 a 85 % de parte comestible, el fruto no contiene semillas por ser fruto partenocárpico (Castro y Guerrero, 2000).

#### 2.4.2.2. Producción por planta de babaco.

El número de frutos producidos por una planta sana varía, ya que los produce a medida que va creciendo, cada planta puede producir anualmente entre 40 y 60 frutos. La epidermis del fruto es verde cuando está en crecimiento y amarilla cuando está madura. La pulpa de color blanco cremosa, acuosa y expele un olor especial cuando está madura. Su sabor es algo similar pero mejor que una mezcla de piña, fresa y naranja. El cultivo comienza a producir desde los 9 a 12

meses a partir del trasplante, si el suelo tiene una buena cantidad de abono continúa hasta por más de 36 meses (Caguana, 2003).

#### **2.4.2.3. Los efectos residuales de los agrotóxicos.**

En la Unión Europea, por decisión de la Comisión de las Comunidades Europeas adoptada el 13 de junio de 2007, se decidió cancelar las autorizaciones de los productos que contienen carbofurán debido a los efectos provocados en la salud humana y el medio ambiente (RED DE ACCIÓN DE PLAGUICIDAS Y SUS ALTERNATIVAS PARA AMERICA LATINA, 2008).

Teixeira y Azevedo (2011) reportan los peligros del uso descontrolado de plaguicidas. El reportaje se realizó sobre la base la lista de los alimentos con mayor nivel de contaminación que entregó la Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria. ANVISA (Brasil) llevó al laboratorio 50 muestras de 18 tipos de alimentos, encontrando que, en 28, hubo exceso de agrotóxico o agrotóxicos no autorizados, lo que representa un enorme riesgo para la salud.

El agrotóxico en los alimentos, al ser ingeridos por la población tiene un efecto acumulativo, puede llevar a algún tipo de enfermedad crónica no transmisible. Principalmente neurológicas endocrinas, inmunológicas y de un tiempo a esta parte también se ha demostrado que tiene efectos negativos en el aparato reproductor, como infertilidad, disminución en el número de espermatozoides y problemas de cáncer (Teixeira y Azevedo, 2011).

#### **2.4.3. Marco teórico de la variable dependiente.**

##### **2.4.3.1. Rizósfera.**

Es una zona de interacción única y dinámica entre raíces de plantas y microorganismos del suelo. Esta región especializada, está caracterizada por el aumento de la biomasa microbiana y de su actividad (Steciow, 2014).



La comunidad de la rizósfera consiste en una microbiota (bacterias, hongos y algas) y una micro y mesofauna (protozoos, nematodos, insectos y ácaros). La micro y mesofauna en procesos de descomposición en ecosistemas, contribuyen significativamente con el catabolismo de sustancias nocivas en la rizósfera (Steciow, 2014).

Las dimensiones físicas y la actividad microbiana en la rizósfera dependen de factores específicos al sitio y a la planta, como por ejemplo los referidos a las especies, edad y vigor de las plantas (Torsvik *et al.*, 1990).

La rizósfera provee un complejo y dinámico microambiente, donde las bacterias y hongos, en asociación con las raíces, forman comunidades únicas que tienen considerable potencial para la detoxificación de compuestos orgánicos nocivos (Steciow, 2014).

#### **2.4.3.2. Microbiota del suelo.**

Torsvik *et al.* (1990) señala que en un gramo de suelo puede encontrarse 4,000-10,000 especies diferentes de microorganismos, muchos de ellos no conocidos debido a que no pueden ser cultivados (90 %).

En general, las bacterias son más abundantes, aunque los hongos (por su mayor tamaño) representan alrededor del 70 % de la biomasa. En general, de acuerdo con Osorio y Osorno (2014), en un 1 g de suelo seco es posible encontrar:

Bacterias de  $10^6$  -  $10^8$  ; Actinomicetos de  $10^6$  -  $10^7$  ; Hongos de  $10^4$  –  $10^5$

Algas de  $10^3$  -  $10^6$  ; Protozoos de  $10^3$  -  $10^5$  y Nematodos de  $10^2$  -  $10^3$

### **2.5. HIPÓTESIS 1.**

**H1.** Las especies vegetales repelentes regulan la incidencia del nematodo agallador *Meloidogyne* sp., en el cultivo de babaco.

**Ho.** Las especies vegetales repelentes no regulan la incidencia del nematodo agallador *Meloidogyne* sp., en el cultivo de babaco.

## 2.5.2. HIPÓTESIS 2.

**H1.** Las especies vegetales repelentes a nematodos disminuyen la microbiología en la rizósfera de la planta en el cultivo de babaco.

**Ho.** Las especies vegetales repelentes a nematodos no disminuyen la microbiología en la rizósfera de la planta en el cultivo de babaco.

## 2.6. SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS.

- **Variable independiente:** Las especies vegetales herbáceas repelentes al nematodo *Meloidogyne* sp., utilizadas en el cultivo de babaco.
- **Variable dependiente:** El Número de agallas de *Meloidogyne* sp., presentes en las raíces de las plantas de babaco en la hoya de Loja.
- **Variable dependiente:** La cantidad de microorganismos existentes en la rizósfera de la planta de babaco.
- **Unidad de observación:** Parcela con 17 tratamientos y cuatro repeticiones. Cada tratamiento constó de cinco plantas de babaco. Las especies repelentes utilizadas fueron, ayarrosa, chinchil, caléndula y chocho. Los tratamientos fueron, con una planta, con dos plantas, con tres plantas y con cuatro plantas repelentes de la misma especie por planta de babaco, las cuales fueron sembradas en la misma fecha del babaco.
- **Términos de relación:** Se contó el número de agallas en las raíces de las plantas que presentaron síntomas de presencia de nematodos y se realizó análisis microbiológicos de la rizósfera de la planta de babaco para cuantificar la microbiota.

## **CAPÍTULO 3**

### **METODOLOGÍA.**

#### **3.1. MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN.**

La investigación tuvo una etapa de campo y de laboratorio, debido a que se realizó la ejecución del proyecto en el campo donde se obtuvo la información primaria y se sustenta con revisión bibliográfica, digital en los repositorios y documental en bibliotecas y bases de datos.

#### **3.2. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN.**

El nivel de la investigación es descriptivo, se realizó en el campo, se estableció el experimento, se realizó la inoculación de nematodos a las plantas, se continuó con el seguimiento del proceso de desarrollo de las plantas y se evaluaron las variables agronómicas de respuesta a los 60 días posterior a la inoculación.

#### **3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA.**

El universo de la investigación fue de 340 plantas de babaco distribuidas en 17 tratamientos (Tabla 4) con cuatro repeticiones, la unidad experimental constó de cinco plantas, con muestreo aleatorio de las plantas de babaco a los 60 días de inoculación de acuerdo a los tratamientos, para examinar la presencia de agallas en las raíces, causadas por el nematodo agallador *Meloidogyne* sp.

Se utilizó el diseño de bloques completamente al azar en arreglo factorial 4x4+1 con 4 repeticiones (Anexo 3).

Tabla 4. Tratamientos para evaluar el número de agallas a los 60 días a la inoculación de nematodos en las plantas de babaco en la hoya de Loja.

No.	Tratamiento	Código	Plantas	Repeti ciones	Total
1	Ayarrosa 1/planta de babaco	AP1	5	4	20
2	Ayarrosa 2/planta de babaco	AP2	5	4	20
3	Ayarrosa 3/planta de babaco	AP3	5	4	20
4	Ayarrosa 4/planta de babaco	AP4	5	4	20
5	Caléndula 1/planta de babaco	CP1	5	4	20
6	Caléndula 2/planta de babaco	CP2	5	4	20
7	Calendula 3/planta de babaco	CP3	5	4	20
8	Caléndula 4/planta de babaco	CP4	5	4	20
9	Chinchil 1/planta de babaco	HP1	5	4	20
10	Chinchil 2/planta de babaco	HP2	5	4	20
11	Chinchil 3/planta de babaco	HP3	5	4	20
12	Chinchil 4/planta de babaco	HP4	5	4	20
13	Chocho 1/planta de babaco	LP1	5	4	20
14	Chocho 2/planta de babaco	LP2	5	4	20
15	Chocho 3/planta de babaco	LP3	5	4	20
16	Chocho 4/planta de babaco	LP4	5	4	20
17	Testigo 0/ planta de babaco	T	5	4	20
TOTAL		17			340

### 3.3.1. Siembra de las especies vegetales herbáceas repelentes.

Las semillas de las especies vegetales herbáceas repelentes se sembraron en bandejas de semilleros para disponer de 200 plántulas, cuando presentaron 3 a 5 hojitas se las trasplantó con pan de tierra, el mismo día de la siembra de las plantas de babaco (Anexo 4).

### 3.3.2. Siembra de las plantas de babaco.

Los hoyos de 0,40 x0,40 x 0,40 m y a distancia de 1,20 m entre plantas y 1,50 m entre hileras se realizaron con un mes de anticipación y se desinfectaron con Previcur (10 ml x litro de agua).

Veinte días antes de la siembra se colocaron 12 kg de compost en cada hoyo.

Las plántulas de babaco, se adquirieron en los viveros del cantón Saraguro, y se las sembró el mismo día con las especies vegetales repelentes (Anexo 5).

Cada repetición consistió en una hilera con 85 plantas.

### 3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

Tabla 5. Operacionalización de la variable independiente, especies herbáceas.

Variable independiente	categorías	Indicadores	Ítems	Técnicas de evaluación
Las especies vegetales herbáceas repelentes al nematodo agallador <i>Meloidogyne incognita</i> utilizadas en el cultivo de babaco.	Eficientes	El número de agallas por planta es inferior a 10.	Sin síntomas. Planta sana	Observación de síntomas y conteo de agallas
	Poco Eficientes.	El número de agallas por planta es entre 11 y 50	Hojas con síntomas de raquitismo y amarillamiento.	Observación de síntomas y conteo de agallas
	Ineficientes	El número de agallas por planta es superior a 51	Tallos flácidos, hojas pequeñas, raquíticas, inclusive muerte de la planta.	Observación de síntomas y conteo de agallas

Tabla 6. Operacionalización de la variable dependiente, agallas de *M. incognita*.

Variable dependiente	Categorías	Indicador	Ítems	Técnica de evaluación.
El Número de agallas de <i>Meloidogyne incognita</i> presentes en las raíces de las plantas de babaco en la hoyo de Loja.	En formación	Protuberancias en la raíz de babaco.	Planta de babaco con pocos síntomas	Observación y conteo de agallas.
	Maduras	Agallas o nudosidades bien formadas	Hojas amarillentas y raquíticas.	Observación y conteo de agallas
	En descomposición	Bolsones deteriorados, porciones de raíz con necrosamiento.	Planta raquítica o muerta.	Observación y conteo de agallas

Tabla 7. Operacionalización de la variable dependiente, microbiología del suelo

Variable dependiente	Categorías	Indicador	Ítems	Técnica de evaluación.
La interacción con la microbiología del suelo de cada tratamiento.	Sinergia	Incremento de las poblaciones de microorganismos en la rizósfera a los 60 días de la inoculación.	La rizósfera de las plantas de babaco con más microbiología que al inicio.	Análisis Microbiológico del suelo al inicio y a los 60 días de la inoculación
	Neutra.	Las poblaciones de microorganismos son similares al inicio de la plantación y a los 60 días de la inoculación	La rizósfera de las plantas de babaco con igual microbiología que al inicio.	Análisis Microbiológico del suelo al inicio y a los 60 días de la inoculación
	Antagónica.	Las poblaciones de microorganismos son menores a los 60 días de la inoculación respecto del inicio de la siembra.	La rizósfera de las plantas de babaco con menor microbiología que al inicio.	Análisis Microbiológico del suelo al inicio y a los 60 días de la inoculación

### 3.5. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.

#### 3.5.1. Información del lugar del experimento.

Esta información se obtuvo de la carta topográfica del IGM de la hoya de Loja, y de la Estación Meteorológica de “La Argelia”, de Loja, y del Mapa de la Provincia de Loja del Gobierno Provincial de Loja.

##### 3.5.1.1. Ubicación política.

El área experimental está ubicada en la Estación Experimental “La Argelia” (Anexo 1) de la Universidad Nacional de Loja (UNL), en el barrio La Argelia, parroquia San Sebastián, del cantón y provincia de Loja, a 5 km de la ciudad de Loja.

### 3.5.1.2. Ubicación geográfica.

Latitud: 9554343 m N

Longitud: 699774 m E

Altitud: 2153 msnm.

Uso: 17                      Zona: M                      Datum: WGS84

Fuente: CINFA (Centro de Información Agropecuaria) de la UNL, 2016 (Anexo 2).

### 3.5.1.3. Ubicación ecológica.

El sector La Argelia según Holdridge corresponde a la Zona de Vida bosque seco montano bajo (Bs-MB), con 981,8 mm de precipitación, temperatura media anual de 16.1 °C, Evaporación:1158 mm/año, humedad relativa promedio de 75,5%, Heliofanía de 1670.7 horas, Nubosidad de 5 Octas/año, velocidad del viento: 2,7 m/s.

### 3.5.2. Implementación del diseño experimental.

Mediante formularios establecidos para cada tratamiento se registró el día de siembra de las plántulas debidamente brotadas y enraizadas (prendidas), el mismo día se sembraron las especies vegetales herbáceas repelentes, a una distancia de 10 cm de las plantas de babaco de acuerdo a los tratamientos, se aplicó el diseño de bloques completamente al azar en arreglo factorial 4x4+1 con cuatro repeticiones (Anexo 3).

Tabla 8. Variables que se registraron en cada unidad de muestreo.

Periodo	Atributo	Tipo de medición	Evidencia.
El día de la siembra.	Microbiología Del suelo	Análisis de Microorganismos existentes	Resultados del análisis.
En la Inoculación. A 15 días de la siembra.	Altura de la planta	Desde el cuello hasta el inicio del meristemo apical en m	Medición-
	Diámetro del tallo	A 20 cm del suelo.	Medición
	Número de hojas	Las hojas sanas del color natural de la planta.	Conteo de hojas
	Longitud del peciolo	De la hoja más grande en cm	Medición.

	Longitud de la nervadura central.	De la hoja más grande en cm	medición
	Altura de las especies repelentes	Desde el cuello hasta el inicio del meristemo apical en m	Medición.
	Número de ramas de las especies repelentes	Se contó las ramas de las especies repelentes	Conteo de ramas
A los 60 días de la inoculación.	Muestras de la rizósfera, de cada uno de los 17 tratamientos.	Población de microorganismos en la rizósfera.	Se contó en el laboratorio los microorganismos por gramo de suelo.
	Altura de la planta	Desde el cuello de la planta hasta el inicio del meristemo apical.	Medición
	Diámetro del tallo	A 20 cm del suelo.	Medición.
	Número de hojas	Hojas sanas de la planta.	Conteo de hojas
	Longitud del peciolo	de la hoja más grade en cm	Medición.
	Longitud de la nervadura central.	De la hoja más grande en cm	Medición.
	Altura de las especies repelentes	Desde el cuello hasta el inicio del meristemo apical	Medición.
	Ramas de las especies repelentes	Se contó las ramas de la planta	Conteo de ramas
	Número de agallas en las raíces.	En cada tratamiento con plantas sanas se extrajo una al azar.	Se contó el número de agallas en formación (se encontraron en este estado).

(Anexos 9 y 10)



### 3.5.3. Colecta de agallas de plantas infestadas.

Se realizó mediante el protocolo de identificación de la especie de *Meloidogyne* (Solano 2014), se exploró las plantas de babaco con síntomas del nematodo agallador, de los cultivares de la hoya de Loja, se obtuvo las muestras de raíces agalladas de plantas de toronche, de la Estación Experimental “La Argelia” de la UNL (Anexo 6).

### 3.5.4. Preparación del inóculo.

Para la obtención de inóculo se siguió la metodología de Taylor y Sasser (1983), que consiste en seleccionar agallas sanas (libres de pudriciones), para lavar con agua corriente, se obtuvo 21,2 kg de agallas, se las cortó en pedazos de 2 a 3 cm de longitud, estas luego son licuadas, la solución obtenida se la pasa por un lienzo fino y se la recoge en recipientes, se midió el volumen obtenido (45L), se tomó 10 alícuotas de 2 ml para observar y cuantificar el número de J2 en un estereoscopio, encontrándose en promedio 16 nematodos/ml, para ello se realizó de la siguiente manera (Anexo 7):

Datos:

Número total de plantas de babaco:	340
Cantidad de nematodos a inocular:	2 000/planta.
Cantidad de nematodos requerida:	680 000
Solución obtenida de agua con nematodos:	45 000 ml
Cantidad de nematodos promedio:	16 J2/ml
Aguas nematodos aplicar/planta:	$2\ 000/16 = 125$ ml de inóculo.
Cantidad de inóculo utilizado:	42 500 ml
Cantidad de inóculo sobrante:	2 500 ml

Se aplicó a los 15 días de la siembra de las plantas de babaco y las especies repelentes.

### **3.5.5. Identificación de la especie de *Meloidogyne*.**

Para la identificación de la especie del nematodo agallador, se realizó en el Laboratorio de Sanidad Vegetal de la UNL, mediante las metodologías y claves taxonómicas de Taylor y Sasser (1983) y Eisemback (1980).

#### **3.5.5.1. Cortes perineales.**

Para la identificación de especies mediante cortes perineales se siguió la metodología referida por Taylor y Sasser (1983), que consiste en coger raíces infectadas, estas son colocadas en una solución hipoclorito de sodio al 1% y las hembras son extraídas de las raíces y colocadas bajo un microestereoscopio de disección.

Las hembras son transferidas a una siracusa de vidrio con agua destilada, para luego ser colocadas en un porta objetos que contiene una gota de ácido láctico al 45% y eosina al 10%, la parte posterior de la hembra es cortada con un bisturí número 24 y una aguja quirúrgica.

Los tejidos del cuerpo y la grasa son suavemente removidos con una pestaña o fibra flexible.

El patrón perineal es recortado y se le coloca el cubre objetos a la placa, para luego sellarla con esmalte de uñas para ser observado en un microscopio.

Para la identificación con cortes perineales se realizó 20 montajes que se fotografiaron y se observaron con el lente 40 x, las características que se tomaron en cuenta fueron la forma de la región perineal, características de las estrías (gruesas o finas, continuas o entrecortadas), forma del arco dorsal, vulva y la presencia o ausencia de campos laterales, para luego ser comparados con patrones perineales de Taylor y Sasser (1983) y Eisenback *et al.* (1980).

### **3.5.5.2. Características de cabezas y colas de machos.**

Del suelo tomado de las plantas que presentaron agallamiento severo en las raíces de Babaco, se prepararon platos calados de 100cc de suelo, para luego de 96 hr, recoger la suspensión obtenida de cada plato, esta solución fue sometida a observación en un estereoscopio en una caja Petri con 4ml de suspensión, se observó la presencia de adultos J2 de *Meloidogyne*, para luego extraer con ayuda de una astilla de bambú 20 especímenes, para realizar montajes en placas portaobjetos con ácido láctico al 45%. Estos se observaron y se fotografiaron en un microscopio con el lente de inmersión 100 x, una vez observadas y fotografiadas las cabezas y colas de los machos se comparó con las claves de Zuckerman *et al.* (1987); Eisenback *et al.* (1980), donde se tomó en cuenta para la cabeza: la forma del estilete, músculos del estilete, cubierta cefálica, región cefálica, ausencia o presencia de anillos y en la cola: la forma de la cola, forma y presentación de las espículas.

### **3.5.5.3. Mediciones de larvas J2.**

Para la identificación de especies mediante mediciones de larvas J2 se siguió la metodología referida por Taylor y Sasser (1983), que consiste en seleccionar agallas de raíces sin descomponer, se lava y se somete a una desinfección con hipoclorito de sodio al 1%, estas agallas son picadas con una tijera podadora en tamaños de 2 a 3cm de longitud, estas son sometidas a un proceso de licuado, se licua 2 veces durante un tiempo de 10 segundos y se deja de licuar durante 5 segundos entre la primera y segunda licuada, esta mezcla es pasada por los tamices n 60, 100 y 400 mesh, en cada tamiz se hace un lavado de la solución durante 1 minuto hasta obtener la suspensión del último tamiz de 400 mesh..

Esta suspensión es recogida en un recipiente, mediante la observación en un estereoscopio realizar la extracción de 20 larvas J2 de forma aleatorizada, para luego colocarlas en una placa portaobjetos con una gota de ácido láctico al 45%, bien sellada con un cubreobjetos y proceder a medir cada larva con el objetivo 10X. Estas mediciones se contrastaron con las descritas por Taylor y Sasser (1983) y Kofoid y White en 1919 y Chitwood en 1949 (Pokharel & Kruchina, 1991).

### **3.5.6. Evaluación de la microbiología del suelo y la rizósfera.**

Del suelo de las plantas de babaco el día de la siembra, se tomaron 5 submuestras de 500 g, las cuales se homogenizaron y de esta mezcla se tomó un gramo de muestra. El análisis se realizó mediante diluciones seriadas de 1:100, 1:1000, 1:10000 y 1:100000. Esta última se sembró en 3 cajas Petri: para hongos en el medio PDA; para actinomicetos el medio agar almidón amoniacal; y, para bacterias el medio agar nutritivo, estas se incubaron en una estufa a temperatura de  $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ , para luego de 72 h realizar el conteo de colonias.

Para determinar la cantidad de colonias de hongos, bacterias y actinomicetos, por gramo de suelo, al final del ensayo se tomó una muestra de suelo de la rizósfera de las plantas de babaco de cada tratamiento y repetición.

El análisis se realizó mediante diluciones seriadas, siguiendo el procedimiento del análisis inicial.

### **3.5.7. Evaluación del índice de agallamiento de cada tratamiento.**

Se realizó a los 60 días de la inoculación, por cuanto a los treinta días no se evidenciaron síntomas externos de incidencia de nematodos, para esta actividad se tomó al azar una planta por repetición y tratamiento, se observó detenidamente en las raíces de cada planta, se contó y registró las agallas en estado de formación en las plantas que las tuvieron.

### **3.5.8. Análisis bromatológico de las especies repelentes.**

Este análisis se realizó en el PLANTSPHERE LABORATHORIES, de la ciudad de Quito, la muestra fue de 500 g de raíces de cada especie, lavadas, oreadas, envueltas en servilletas aperturadas el momento del embalaje y colocadas en fundas ziploc para el envío. El objetivo fue conocer la cantidad de ácido  $\alpha$ -terthienyl existente en el sistema radicular de las plantas de ayarrosa, caléndula y chinchil; y, de saponinas en el sistema radicular del chocho.

### **3.5.9. Metodología de aplicación del uso de especies repelentes al nematodo agallador, para los productores de babaco.**

En base a los resultados y su interpretación se preparó la propuesta para productores, recomendándose los tratamientos donde se observó el menor índice de agallamiento y que permitieron un mejor desarrollo de la planta de babaco.

### **3.6. PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.**

Los datos de las variables agronómicas evaluadas se ingresaron en una hoja de Excel y se realizó análisis de varianza (ADEVA) con el software Infostat de cada atributo evaluado, con el diseño de bloques completamente al azar en arreglo factorial 4x4+1, con 4 repeticiones. Los tratamientos se compararon mediante la prueba de Tukey con un nivel  $\alpha = 0,05$ . Para los resultados de evaluación de repelencia a nematodos a los 60 días se presentan en tablas y figuras.

En base al análisis bromatológico se determinó la sustancia orgánica que causa repelencia a nematodos. Los resultados de la interacción de las especies vegetales herbáceas repelentes en la microbiología de la rizósfera de las plantas de babaco se presentan en una tabla.

La propuesta contempla el procedimiento de cultivo y la utilización de especies repelentes a nematodos en los tratamientos que obtuvieron los mejores resultados es decir que regularon la presencia del nematodo agallador en el cultivo y obtuvieron mejores índices de crecimiento de la planta de babaco en la hoya de Loja.

Las conclusiones se fundamentan en la evaluación de las variables agronómicas en el experimento, los análisis de laboratorio de la especie de *Meloidogyne* presente en las agallas colectadas, Análisis bromatológicos de las especies vegetales herbáceas repelentes utilizadas en presente ensayo, sea por la cantidad de ácido alfa-terthienyl presente en el caso de ayarrosa, chinchil y caléndula, y de saponinas en el caso del chocho.

La interpretación y discusión, se realizó comparando los resultados obtenidos con la información bibliográfica recolectada en antecedentes investigativos y en referencias bibliográficas recientes.

## CAPÍTULO 4

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

#### 4.1. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.

##### 4.1.1. Identificación de la especie de nematodo agallador de las raíces de babaco en la hoya de Loja.

##### 4.1.1.1. Cortes perineales de hembras en las agallas.

Presentan un modelo perineal típico, arco dorsal alto y cuadrado, sus estrías son onduladas y en zigzag, algunas veces forman un espiral. No presentan campos laterales y muestra una zona vulvar lisa, que concuerda con la descripción para *M. incognita* expuesta por Eisemback (1980) y Taylor y Sasser (1983) (figura 13).

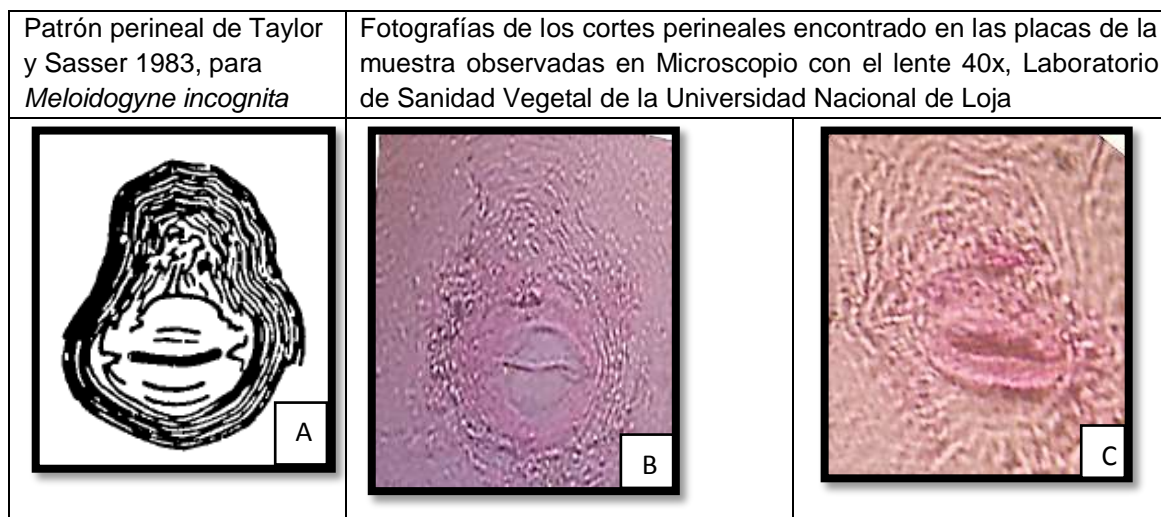


Figura 13. Comparación de cortes perineales de hembras realizados en el Laboratorio de Sanidad Vegetal de la UNL, con la clave de Taylor y Sasser 1983: A) Patrón de Taylor y Sasser, B) y C) Fotografías tomadas con microscopio electrónico lente de 40 X.

##### 4.1.1.2. Cabezas de machos.

Los veinte ejemplares de J2 machos se observaron al microscopio de las cuales se presentan dos fotografías que son similares a las demás obtenidas en la observación, para compararlas con el patrón de cabezas de machos de Taylor y Sasser (1983).

Disco labial grande y redondo, cóncavo en la región central, se levanta por encima de los labios medios, el ancho de estos es igual al de la región cefálica, que tiene la marca de 2 a 3 anillos incompletos.

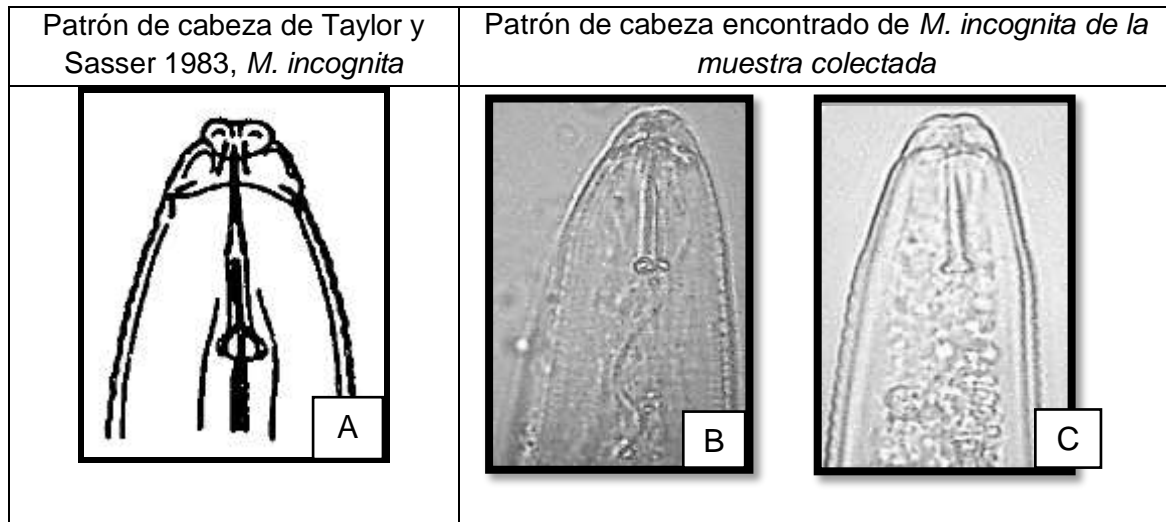


Figura 14. Comparación de cabezas de machos J2 realizados en el Laboratorio de Sanidad Vegetal de la UNL: A) Patrón clave de Taylor y Sasser (1983), B) y C) Fotografías en el microscopio electrónico lente de 40X encontrados en la muestra.

#### 4.1.1.3. Colas y espícula de machos.

De los mismos ejemplares de machos se observó las colas para compararlas con el Patrón de Taylor y Sasser (1983).

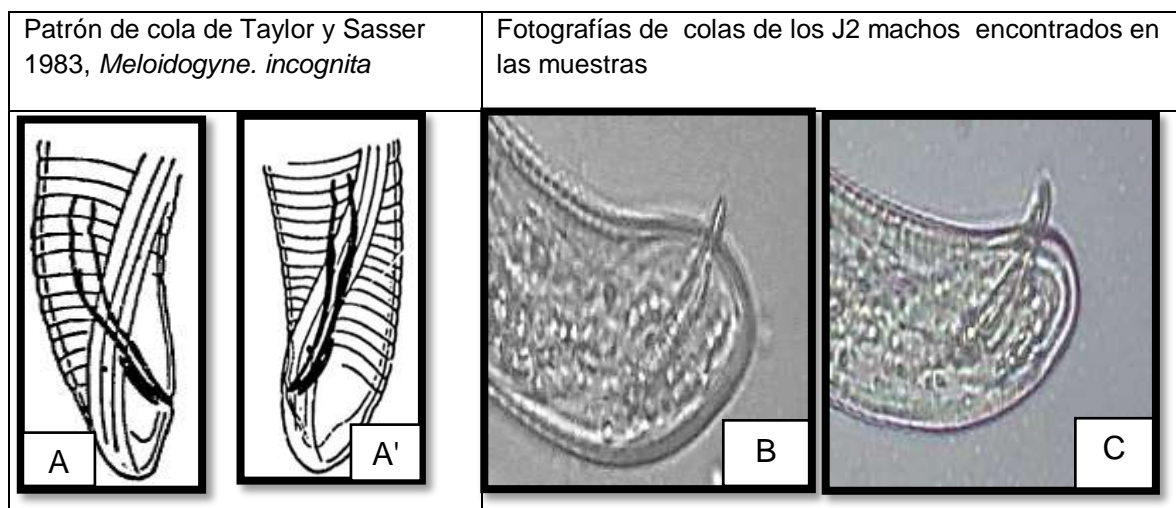


Figura 15. Comparación de colas de machos J2, A) y A') Patrón de Taylor y Sasser (1983), B) y C), Fotografías tomadas en microscopio electrónico con lente 40 x de colas de machos J2 encontrados en la muestra.

#### 4.1.1.4. Estilete de machos

La punta del estile es roma y más ancha en la aproximación media del cono del estilete, aproximadamente a un cuarto de la longitud total del cono se observa una proyección en su lado ventral indicando la abertura del lumen del estilete, el eje o astil es por lo general cilíndrico, con frecuencia angostándose en la proximidad de los nódulos basales. Estos además son distinguibles del eje y son de forma alargada y redondeada.

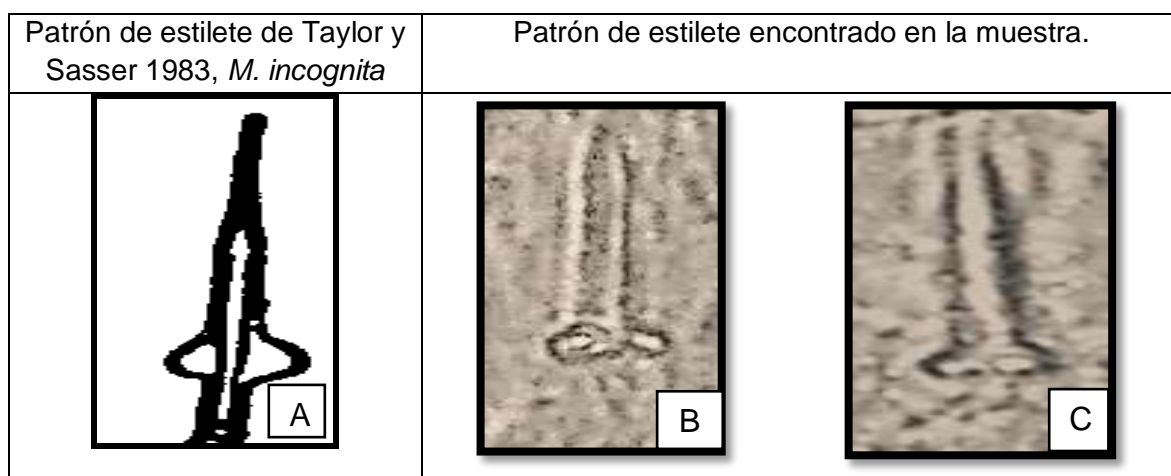


Figura 16. Comparación del estilete de machos J2. A), Patrón propuesto por Taylor y Sasser (1983), B) y C) Observadas en el Microscopio electrónico Lente 40 x en el Laboratorio de Sanidad Vegetal de la UNL.

#### 4.1.1.5. Hembras de *Meloidogyne incognita* en las agallas de las muestras.



Figura 17. Hembras adultas de *Meloidogyne incognita*: A) Patrón de Zuckerman (1987), B) y C) encontradas en las agallas de la muestra en el Laboratorio de la UNL.



## Huevos y Larvas J2.

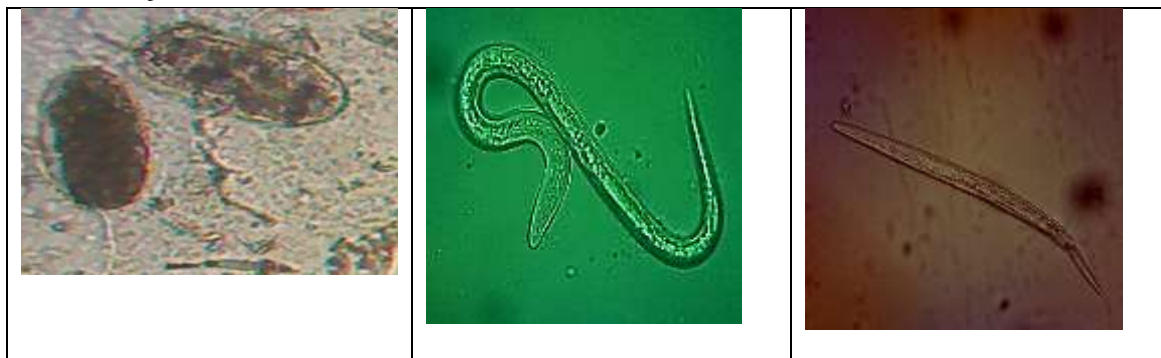


Figura 18. Huevos y larvas J2 de la muestra.

### 4.1.1.6. Tamaño de larvas J2.

Tienen una medida promedio de 0.376 mm con rangos entre 0.371 a 0.420 mm Taylor y Sasser 1983, promedio 0.410 con rangos de 0.374 a 0.434. las mismas que pertenecen a *M. incognita*.

Tabla 9. Comparación de medidas de larvas J2 con claves de identificación

Medidas de larvas (mm) de la muestra,			Medidas de Taylor y Sasser 1983 (mm)			Medidas de Konfoid y White 1919 Chitwood 1949 (mm)		
Rangos		Promedio	Rangos		Promedio	Rangos		Promedio
Mínima	Máxima	Media	Mínima	Máxima	Media	Mínima	Máxima	Media
0.374	0.434	0.410	0.371	0.410	0.391	0.337	0.403	0.371

En consecuencia, se evidencia que la especie encontrada en las agallas de la muestra es *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood.

### 4.1.2. Variables agronómicas evaluadas en los tratamientos.

Los resultados de las variables agronómicas del babaco, sembradas con las plantas repelentes (Tabla 10). La altura de planta a los 60 días de sembrado ( $P < 0,0001$ ), presentó un valor mayor a razón de 0,42 m el tratamiento una planta de Ayarrosa (AP1), presentaron valores similares los tratamientos una planta de Chinchil (HP1) y una planta de Caléndula (CP1) con valores de 0,42 y 0,41m respectivamente.

En la variable Diámetro del tallo ( $P < 0,0001$ ), se reporta el mayor valor el tratamiento una planta repelente de Chinchil (HP1) con 2,44 cm, compartiendo el rango también se encuentran los tratamientos conformados por una planta de Ayarrosa (AP1) y una planta de Caléndula (CP1), con valores de 2,43 y 2,28 cm respectivamente.

En cuanto a los resultados obtenidos para el número de hojas en el babaco ( $P = 0,0018$ ), los valores mayores alcanzaron los tratamientos, una planta de Chinchil (HP1) y una planta de Caléndula (CP1) con 8,43 y 8,42 respectivamente.

Con respecto a la variable longitud del pecíolo ( $P = 0,0111$ ), los resultados alcanzados con valor mayor se encuentra el tratamiento con dos plantas de Chinchil (CP2) con un promedio de 17,38 cm, este rango comparte con la mayoría de tratamientos utilizados en la investigación a excepción del tratamiento con cuatro plantas de Caléndula (CP4), que obtuvo un valor de 13,41 cm.

Respecto a los resultados de la variable agronómica longitud de la nervadura de las hojas ( $P < 0,0001$ ), el valor más alto se encuentra el tratamiento con una planta de Chinchil (HP1) con 21,17 cm, comparten también este rango los utilizados una planta de Ayarrosa (AP1) y una planta de Caléndula (CP1) con valores de 20,74 y 20,24 cm respectivamente.

Los resultados respecto al número de agallas en las raíces de babaco ( $P < 0,0001$ ), que todos los tratamientos en los que se utilizaron las especies repelentes Caléndula (C), Chinchil (H) y Chocho (L), no presentaron formaciones de agallas, no así en los tratamientos con la planta repelente Ayarrosa (A) que presentaron valores entre 2,75 y 4,25 número de agallas en promedio. A diferencia el tratamiento Testigo (T) en las que no se utilizó plantas repelentes alcanzó un valor de 53,75 agallas en la raíz del babaco.

Tabla 10. Desempeño de las variables agronómicas del babaco sembradas con las especies repelentes para nematodos.

Tratamientos	Variable a los 60 días					
	Altura planta (m)	Diámetro tallo (cm)	Número hojas	Longitud pecíolo (cm)	Longitud nervadura (cm)	Número agallas
AP1 <sup>1</sup>	0,42 <sup>a</sup>	2,43 <sup>ab</sup>	8,37 <sup>ab</sup>	15,36 <sup>ab</sup>	20,74 <sup>ab</sup>	4,24 <sup>b</sup>
AP2	0,35 <sup>defg</sup>	1,92 <sup>cde</sup>	7,52 <sup>abc</sup>	15,59 <sup>ab</sup>	19,22 <sup>abcdef</sup>	2,75 <sup>b</sup>
AP3	0,33 <sup>fgh</sup>	1,67 <sup>de</sup>	7,29 <sup>abc</sup>	15,57 <sup>ab</sup>	17,84 <sup>abcdef</sup>	3,50 <sup>b</sup>
AP4	0,31 <sup>h</sup>	1,59 <sup>de</sup>	6,84 <sup>abc</sup>	13,92 <sup>ab</sup>	16,39 <sup>cdef</sup>	3,88 <sup>b</sup>
CP1	0,40 <sup>abc</sup>	2,28 <sup>abc</sup>	7,75 <sup>abc</sup>	16,00 <sup>ab</sup>	20,24 <sup>abc</sup>	0,00 <sup>a</sup>
CP2	0,36 <sup>def</sup>	1,98 <sup>abcde</sup>	8,42 <sup>a</sup>	15,50 <sup>ab</sup>	18,72 <sup>abcdef</sup>	0,00 <sup>a</sup>
CP3	0,34 <sup>fgh</sup>	1,73 <sup>de</sup>	7,48 <sup>abc</sup>	13,57 <sup>ab</sup>	16,07 <sup>def</sup>	0,00 <sup>a</sup>
CP4	0,32 <sup>gh</sup>	1,61 <sup>de</sup>	7,44 <sup>abc</sup>	13,41 <sup>b</sup>	15,57 <sup>ef</sup>	0,00 <sup>a</sup>
HP1	0,42 <sup>ab</sup>	2,44 <sup>a</sup>	8,43 <sup>a</sup>	16,40 <sup>ab</sup>	21,17 <sup>a</sup>	0,00 <sup>a</sup>
HP2	0,38 <sup>cde</sup>	2,05 <sup>abcd</sup>	7,73 <sup>abc</sup>	17,38 <sup>a</sup>	19,67 <sup>abcde</sup>	0,00 <sup>a</sup>
HP3	0,34 <sup>fgh</sup>	1,72 <sup>de</sup>	7,90 <sup>abc</sup>	14,52 <sup>ab</sup>	17,48 <sup>abcdef</sup>	0,00 <sup>a</sup>
HP4	0,32 <sup>h</sup>	1,59 <sup>e</sup>	7,14 <sup>abc</sup>	13,63 <sup>ab</sup>	15,20 <sup>f</sup>	0,00 <sup>a</sup>
LP1	0,38 <sup>bcd</sup>	1,97 <sup>bcde</sup>	7,45 <sup>abc</sup>	16,70 <sup>ab</sup>	19,28 <sup>abcdef</sup>	0,00 <sup>a</sup>
LP2	0,35 <sup>defgh</sup>	1,74 <sup>de</sup>	7,52 <sup>abc</sup>	15,41 <sup>ab</sup>	17,97 <sup>abcdef</sup>	0,00 <sup>a</sup>
LP3	0,34 <sup>efgh</sup>	1,71 <sup>de</sup>	6,78 <sup>bc</sup>	15,06 <sup>ab</sup>	17,71 <sup>abcdef</sup>	0,00 <sup>a</sup>
LP4	0,33 <sup>fgh</sup>	1,54 <sup>e</sup>	6,62 <sup>c</sup>	15,08 <sup>ab</sup>	16,80 <sup>bcdef</sup>	0,00 <sup>a</sup>
T	0,38 <sup>cd</sup>	2,00 <sup>abcde</sup>	8,22 <sup>abc</sup>	16,52 <sup>ab</sup>	20,15 <sup>abcd</sup>	53,75 <sup>c</sup>
MEDIA	0,36	1,88	7,56	15,27	18,25	4,00
EE	0,01	0,09	0,33	0,76	0,81	0,89
Valor de P	<0,0001	<0,0001	0,0018	0,0111	<0,0001	<0,0001
CV <sup>2</sup> (%)	4,14	9,54	8,29	9,81	8,78	11,58

<sup>a-h</sup> Medias en la fila seguida de letras diferentes indican diferencias significativas (P < 0,05).

<sup>1</sup>AP1: Número de plantas repelentes; <sup>2</sup>CV: Coeficiente de variación

### 4.1.3. Interacción de las variables agronómicas entre las plantas repelentes versus el número sembradas con el babaco.

#### 4.1.3.1. Altura de planta.

El grado de interacción se observa fácilmente en el gráfico de interacción (Figura 19) que muestra el cambio en la respuesta al variar el factor número de plantas repelentes ( $P=0,000$ ) para distintos valores del otro factor especies repelentes ( $P=0,5303$ ). En la Figura 19, muestra como varía la altura de la planta al modificar el número de plantas repelentes que se utilizó en el ensayo. Las líneas son casi paralelas, lo cual indica que al disminuir el número de plantas repelentes aumenta la altura de la planta, sea cual sea la especie utilizada. Por tanto, no existe interacción ( $P=0,5312$ ). Como conclusión, la experimentación ha permitido descubrir que la altura de planta del babaco a los 60 días aumenta al disminuir el número de plantas repelentes sembradas junto al él. Puesto que el mayor efecto lo tiene el número de plantas repelentes, este factor es el que se debe controlar más detenidamente, y es el primero que hay que considerar para optimizar la altura de planta.

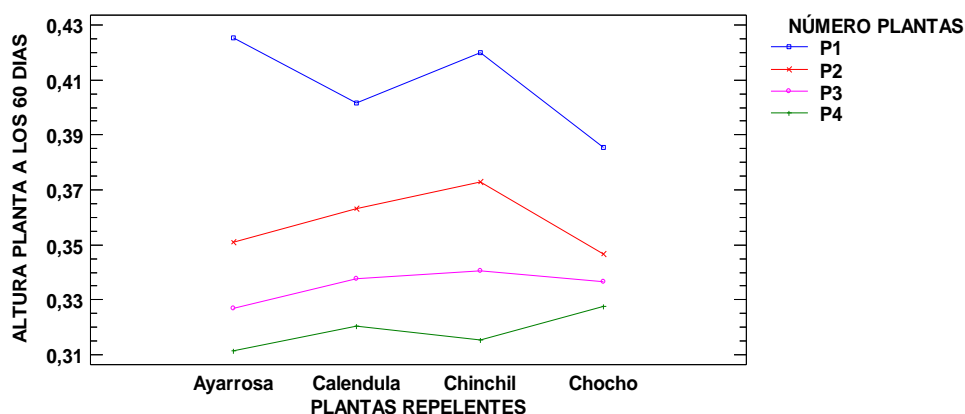


Figura 19. Altura de las plantas de babaco a los 60 días de la inoculación.

#### 4.1.3.2. Diámetro del tallo.

En el gráfico de interacción (Figura 20) muestra el cambio en la respuesta al variar el factor número de plantas repelentes ( $P=0,0000$ ) para distintos valores del otro factor especies repelentes ( $P=0,4407$ ). Muestra como varía el diámetro del tallo de la planta al variar el número de plantas repelentes que se utilizó en el

ensayo. Las líneas son casi paralelas, lo cual indica que al disminuir el número de plantas repelentes aumenta la altura de la planta, sea cual sea la especie utilizada. Por tanto, no existe interacción ( $P=0,7428$ ). Como conclusión, en el ensayo ha permitido determinar que el diámetro del tallo de la planta del babaco a los 60 días aumenta al disminuir el número de plantas repelentes sembradas junto al él. Puesto que el mayor efecto lo tiene el número de plantas repelentes, este factor es el que se debe controlar más detenidamente, para obtener un mayor diámetro del tallo.

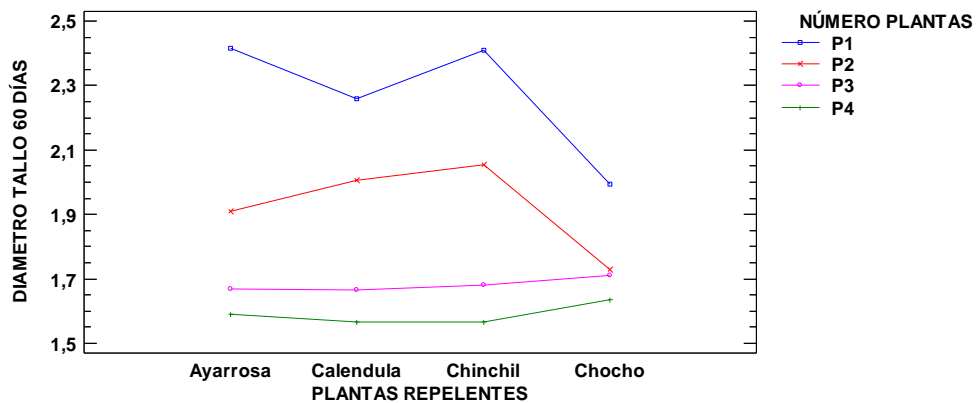


Figura 20. Diámetro del tallo de la planta de babaco a los 60 días de la inoculación.

#### 4.1.3.3. Número de hojas.

En la Figura 21, muestra el cambio en la respuesta al variar el factor número de plantas repelentes ( $P=0,0198$ ) para distintos valores del otro factor especies repelentes ( $P=0,0758$ ). Muestra como varía el número de hojas de la planta de

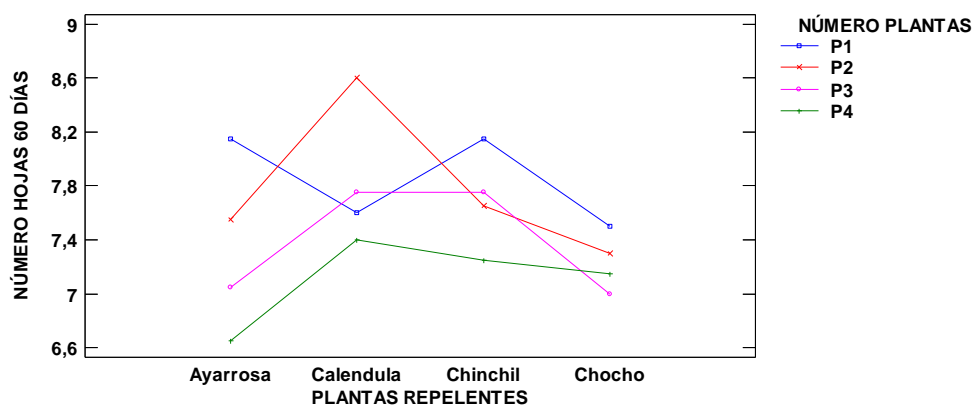


Figura 21. Número de hojas de planta de babaco a los 60 días de la inoculación

babaco al variar el número de plantas repelentes que se utilizó en el ensayo. Las líneas indican que al disminuir el número de plantas repelentes aumenta el número de hojas, sea cual sea la especie sembrada junto con el babaco. Por tanto, no existe interacción entre los dos factores de estudio ( $P=0,4354$ ). El ensayo ha permitido concluir que el número de hojas de la planta del babaco a los 60 días aumenta al disminuir el número de plantas repelentes sembradas junto a él.

#### **4.1.3.4. Longitud del pecíolo de la hoja.**

La Figura 22, muestra el cambio en la respuesta al variar el factor número de plantas repelentes ( $P=0,0001$ ) para distintos valores del otro factor especies repelentes ( $P=0,2343$ ). Muestra como varía la longitud del pecíolo de las hojas de la planta de babaco al variar el número de plantas repelentes que se utilizó en el experimento. Las líneas indican que al disminuir el número de plantas repelentes aumenta la longitud del pecíolo de hojas, sea cual sea la especie sembrada junto con el babaco. Por tanto, no existe interacción entre los dos factores de estudio ( $P=0,5294$ ). El ensayo ha permitido concluir que la longitud del pecíolo de hojas de la planta del babaco a los 60 días aumenta al disminuir el número de plantas repelentes sembradas junto al él.

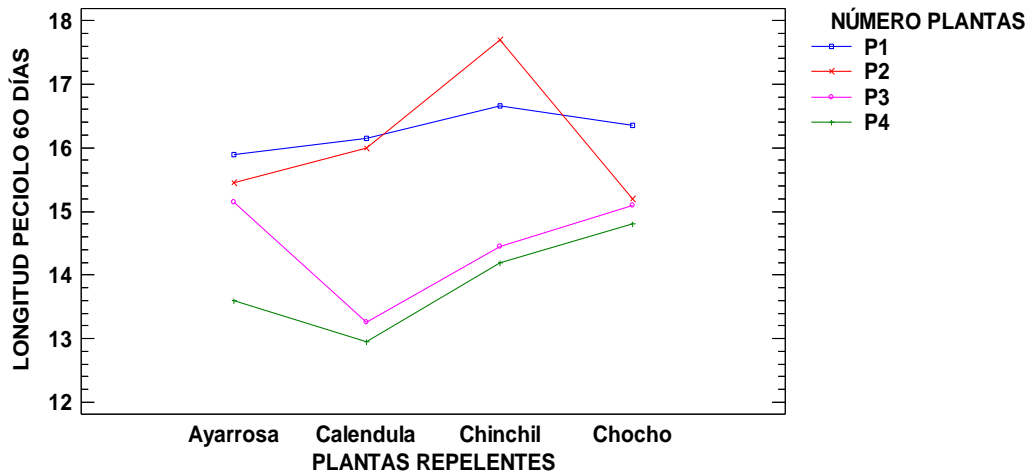


Figura 22. Longitud de peciolo de las hojas de planta de babaco a los 60 días de la inoculación.

#### 4.1.3.5. Longitud de la nervadura de la hoja.

En el gráfico de interacción (Figura 23) muestra el cambio en la respuesta al variar el factor número de plantas repelentes ( $P=0,0000$ ) para distintos valores del otro factor especies repelentes ( $P=0,7170$ ). Determina que varía la longitud de la nervadura de las hojas al variar el número de plantas repelentes que se utilizó en el ensayo. Las líneas son casi paralelas, lo cual indica que al disminuir el número de plantas repelentes aumenta la longitud de la nervadura de la hoja, sea cual fuere la especie utilizada. Por tanto, no existe interacción entre los dos factores de estudio utilizado en la investigación ( $P=0,6949$ ). El ensayo ha permitido determinar que la longitud de la nervadura de las hojas de la planta del babaco a los 60 días aumenta al disminuir el número de plantas repelentes sembradas junto al él. Puesto que el mayor efecto lo tiene el número de plantas repelentes, este factor es el que se debe controlar más detenidamente, para obtener una mayor longitud de la nervadura de las hojas.

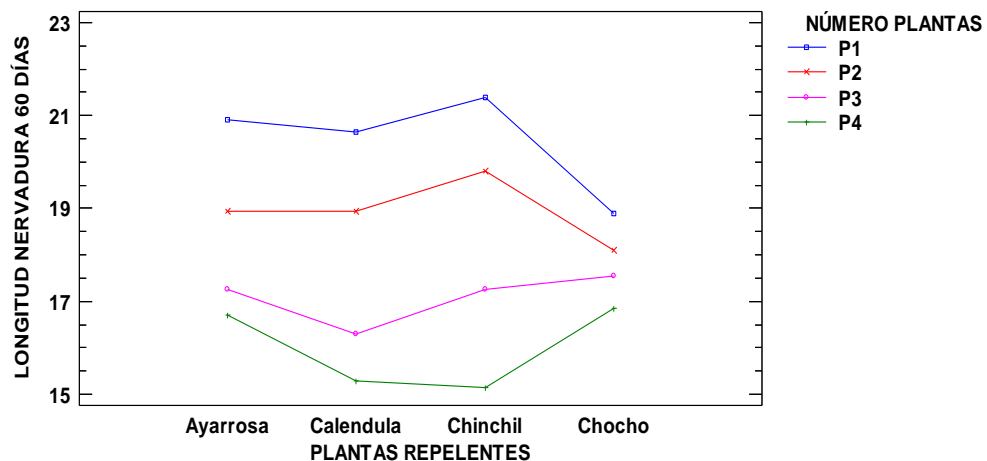


Figura 23. Longitud de la nervadura de las hojas de la planta de babaco a los 60 días de la inoculación.

#### 4.1.3.6. Número de agallas en las raíces.

La Figura 24, muestra el cambio en la respuesta al variar el factor especies de plantas repelentes ( $P=0,0000$ ) para distintos valores del otro factor número de especies repelentes ( $P=0,3776$ ). Muestra como varía el número de agallas en las raíces de la planta de babaco al variar las especies de plantas repelentes que se utilizó en el experimento. Las líneas indican que al utilizar cuatro plantas de las especies caléndula, chinchil y chocho, no se produjeron la formación de agallas en las raíces, lo contrario sucedió con la especie repelente Ayarrosa en la que si se presentó agallas en las raíces de la planta de babaco. A pesar de esto no existe una interacción entre los dos factores de estudio ( $P=0,4134$ ). El ensayo ha permitido concluir que el número de agallas en las raíces de la planta del babaco a los 60 días disminuye al utilizar diferentes especies de plantas repelentes sembradas junto al él.



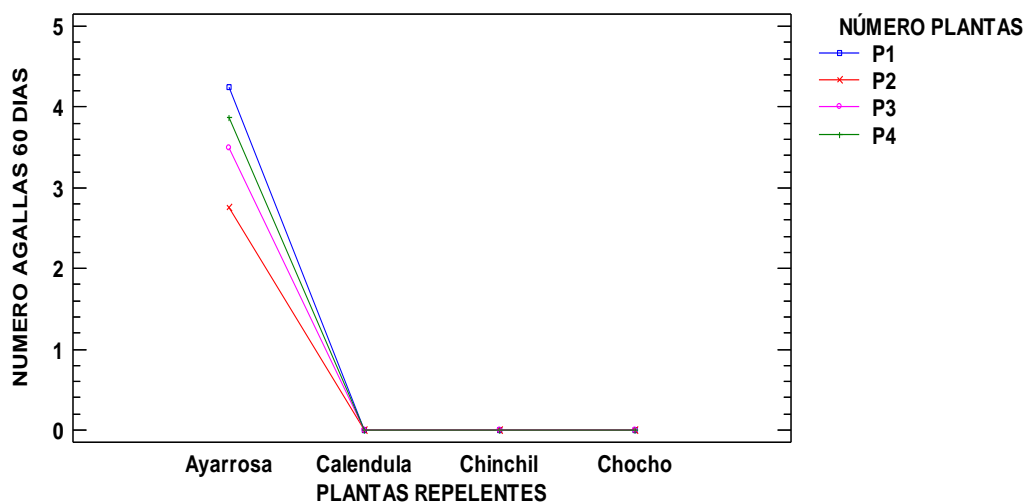


Figura 24. Número de agallas en las raíces de la planta de babaco a los 60 días de la inoculación.

#### 4.1.4. Variables agronómicas de las especies repelentes.

##### 4.1.4.1. Altura de planta a los 60 días.

Los resultados de la variable altura de planta de las especies repelentes de nematodos (Figura 25), determina que su altura de la planta está dada por la constitución genética de las especies repelentes.

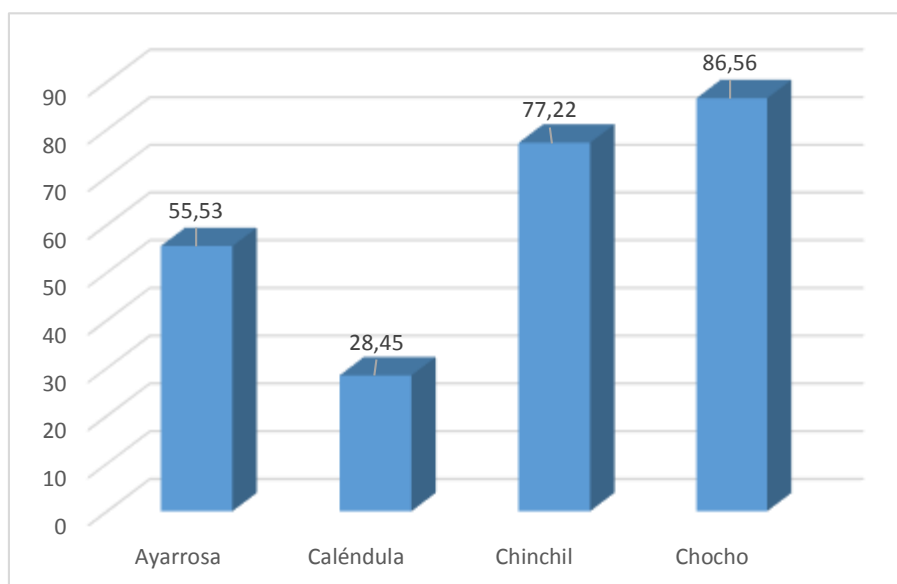


Figura 25. Altura de planta de las especies repelentes de nematodos a los 60 días de la inoculación.

#### 4.1.4.2. Número de ramas de la planta a los 60 días.

En la Figura 26, determina el promedio del número de ramas de cada especie repelente, variable que está dada por la constitución genética de cada especie.

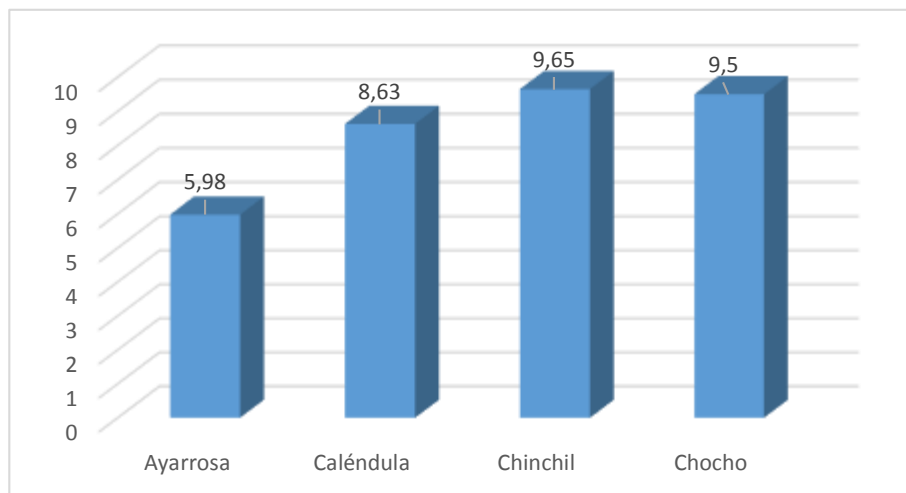


Figura 26. Número de ramas de la planta de las especies repelentes de nematodos a los 60 días de la inoculación.

#### 4.1.5. Sustancia que causa repelencia al nematodo agallador *Meloidogyne incognita*.

Tabla 11. Muestras de raíces de especies repelentes analizadas

ITEM	Nombre Científico	Nombre Común
Muestra 1	<i>Tagetes erecta</i> L.	Ayarrosa
Muestra 2	<i>Calendula officinalis</i> L.	Caléndula
Muestra 3	<i>Tagetes terniflora</i> Kunth	Chinchil
Muestra 4	<i>Lupinus albus</i> L.	Chocho

Fuente: N PSL- 522 Laboratorio PLANTSPHERE LABORATORIES, Quito, 09-02-2016

Tabla 12. Determinación de  $\alpha$ - terthienyl y saponinas en las raíces.

Muestra	Producto Testeado	Concentración mg/g	Estado	Método
1	$\alpha$ - terthienyl	41,7 $\pm$ 0,5	Sólido*	Espectrofotometría PSL-2983
2	$\alpha$ - terthienyl	22,2 $\pm$ 0,3	Sólido*	Espectrofotometría PSL-2983
3	$\alpha$ - terthienyl	35,8 $\pm$ 0,8	Sólido*	Espectrofotometría PSL-2983
4	Saponinas**	3,8 $\pm$ 0,2	Sólido*	Espectrofotometría PSL-2999

Fuente: N PSL- 522 Laboratorio PLANTSPHERE LABORATORIES, Quito, 09-02-2016

\*Raíz seca \*\* Saponinas totales (Anexo 22)

#### 4.1.6. Interacciones biológicas entre las especies repelentes y la microbiología de la rizósfera.

De los análisis microbiológicos realizados en el Laboratorio de Sanidad Vegetal de la Universidad Nacional de Loja, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 13. Microbiología inicial y final en cada tratamiento en un g de suelo

Tratamientos	Bacterias	Actinomicetos	Hongos	Totales
<u>Inicial</u>	<u>5 166 666,7</u>	<u>6 666 666,7</u>	<u>1 933 333,3</u>	<u>13 766 666,7</u>
1 (AP1)	12 800 000	7 866 667	766 667	21 433 333
2 (AP2)	42 933 333	20 000 000	1 033 333	63 966 667
3 (AP3)	10 533 333	14 266 667	1 700 000	26 500 000
4 (AP4)	12 000 000	20 000 000	2 300 000	34 300 000
5 (CP1)	16 266 667	11 600 000	4 066 667	31 933 333
6 (CP2)	10 933 333	40 400 000	700 000	52 033 333
7 (CP3)	21 600 000	20 000 000	1 066 667	42 666 667
8 (CP4)	12 400 000	27 200 000	1 400 000	41 000 000
9 (HP1)	9 833 333	24 000 000	900 000	34 733 333
10 (HP2)	12 000 000	32 133 333	500 000	44 633 333
11 (HP3)	11 866 667	20 933 333	566 667	33 366 667
12 (HP4)	8 700 000	26 533 333	600 000	35 833 333
13 (LP1)	17 300 000	29 066 667	966 667	47 333 333
14 (LP2)	15 333 333	31 866 667	1 033 333	48 233 333
15 (LP3)	12 900 000	20 800 000	600 000	34 300 000
16 (LP4)	10 733 333	22 666 667	466 667	33 866 667
17 (T)	16 933 333	22 666 667	1 200 000	40 800 000

Se observa que en todos los tratamientos (Tabla 13) hubo un incremento de la microbiología en la rizósfera del babaco con respecto a la microbiología inicial (Anexo 21), por lo tanto, todas las especies repelentes estudiadas tienen **acción sinérgica** en la microbiología incluido el testigo, notándose que menor incremento presentó el tratamiento de una planta de ayarrosa con una de babaco (AP1) y el mayor incremento en el tratamiento de dos plantas de ayarrosa con una planta de babaco (AP2).

## **4.2. INTERPRETACIÓN DE DATOS DEL EXPERIMENTO.**

### **4.2.1. Identificación de la especie del nematodo agallador en las raíces de las plantas de babaco.**

En base a los resultados del proceso de determinación de la especie de nematodo agallador aplicando el protocolo propuesto por Solano (2014) y las claves de identificación taxonómica de cortes perineales de hembras para *Meloidogyne* Taylor y Sasser (1983) Eisemback (1980), y de machos J2, en cabezas y colas, como también en las dimensiones, se estableció que la especie causante de las agallas es *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood.

### **4.2.2. Repelencia a nematodos de las especies vegetales herbáceas.**

De conformidad con la tecnología aplicada se observan dos aspectos importantes, 1) la influencia del número de plantas de especies repelentes por cada planta de babaco en su desarrollo fisiológico, y; 2) la acción repelente a nematodos de las especies herbáceas utilizadas.

En lo relacionado a la influencia al número de plantas de las especies repelentes por planta de babaco, se evidencia que cuando se utiliza una planta de ellas, ejercen una influencia positiva, con mejores resultados en ayarrosa y caléndula, tratamientos AP1 y CP1, porque se obtiene mayor altura con respecto al testigo.

La altura de la planta de los tratamientos AP1, HP1, CP1, LP1 y T, evidencia un crecimiento promedio de 2,38 cm por semana para AP1; de 2,32 cm por semana para HP1; de 1,98 cm para CP1; de 1,51 cm para LP1; y, de 1,50 para T, está en concordancia con lo señalado por Soria y Viteri (1999) que indica un crecimiento promedio de 2,19 cm por semana en los 7 meses iniciales del cultivo.

Cuando se utiliza dos, tres o cuatro plantas de especies repelentes por planta de babaco, estas ejercen una influencia negativa por cuanto retardan el crecimiento del babaco siendo inferior al testigo, debido a la competencia por nutrientes que se produce y el desarrollo del área foliar más precoz en las especies herbáceas, disminuye la iluminación del sol que requiere la planta de babaco.

Es más evidente por cuanto las plantas de babaco tienen un menor incremento de altura en los tratamientos AP4, CP4, HP4 y LP4, que contienen cuatro plantas de ayarrosa, caléndula, chinchil y chocho por planta de babaco.

Estos resultados son similares en las diferentes variables agronómicas evaluadas en el experimento.

Es de señalar que hasta el momento no se han reportado estudios comparativos de la influencia del número de plantas de las especies repelentes sobre el desarrollo de la planta de babaco.

En lo que respecta a la acción de repelencia al nematodo agallador *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood, se evidencia que todas las especies repelentes son eficientes, de conformidad con las categorías e indicadores de la tabla 5 de los niveles de agallamiento en cada tratamiento, ya que no se encontraron agallas en los tratamientos que tuvieron especies repelentes: caléndula, chinchil y chocho, y en tratamiento con ayarrosa el índice de agallamiento es de 3,59 agallas por planta, que frente al testigo, donde se encontró una media de 53,75 agallas por planta, dato que en la escala de Taylor y Sasser (1983), se determina como planta susceptible.

Este resultado es concordante con los estudios realizados por Gaur y Perry 1991, citado por Perry *et al.*, 2009, quien expone que con especies de *Tagetes* obtuvo reducción de *Meloidogyne incognita* en tomate riñón.

Aballay (2005), encontró que con *Lupinus albus* se reguló una población inicial de 183 a 112 y con *Tagetes patula* de 213 a 103 individuos del nematodo *Xipinema americanum* en 250 gr de suelo en un periodo de 30 días de observación.

Magunacelaya (2005) utilizó extracto de Quillay en 5 000 ppm obtuvo una mortalidad del 100 % de nematodos *Meloidogyne* sp a las 48 horas después de la aplicación.

Bonifaz (2 010), en su trabajo realizado utilizando saponina hidrolizada de quinua, encontró que su efectividad fue del 91% de mortalidad de *Drosophyla melanogaster* a los 25 días de aplicada.

#### 4.2.3. Interacciones entre las especies repelentes y la microbiología de la rizósfera.

De los resultados obtenidos (Tabla 13), se evidencia que en todos los tratamientos hubo una acción sinérgica en cuanto a la microbiología del sustrato de los tratamientos, incluso en el testigo, por cuanto en todos los tratamientos se incrementó la microbiota del suelo (Tabla 7) Operacionalización de la variable dependiente).

El valor inicial de microorganismos es de 13 766 666,7 por gramo de suelo, a los sesenta días de la inoculación el valor más bajo es de 21 433 333 para el tratamiento AP1, de 40 800 000 para el Testigo y de 63 966 667 para el Tratamiento AP2, seguido de 52 033 333 para el tratamiento CP2.

El rango establecido por Torsvik (1 990) citado por Osorno y Osorno (2 014) es entre 2 011 100 – 111 201 000 microorganismos totales por gramo de suelo.

Postulado por Torsvik (1990), Citado por Osorio y Osorio (2014). Microorganismos por gramo de suelo agrícola.

Bacterias	1 000 000	-	100 000 000
Actinomicetos:	1 000 000	-	10 000 000
Hongos	10 000	-	100 000
Algas	1 000	-	1 000 000
Protozoos	1 000	-	100 000
Nematodos	100.-		1 000
Total	2 011 100-		111 201 000

La cantidad de microorganismos encontrados en el sector Moraspamba de la Estación experimental La Argelia, de la UNL, fue de 32 440 662 por gramo de suelo (Espejo y Jimbo, 2014).

Por lo tanto, las especies herbáceas vegetales repelentes al nematodo agallador en el cultivo de babaco tienen incidencia sinérgica en la población de microorganismos en la rizoosfera del babaco.

### **4.3. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS.**

#### **4.3.1. Hipótesis 1.**

Los resultados obtenidos comprueban la hipótesis alternativa (H1), donde se expresa que las especies herbáceas vegetales repelentes evaluadas, regulan la incidencia del nematodo agallador en el presente caso *Meloidogyne incognita* en el cultivo de babaco.

#### **4.3.2. Hipótesis 2.**

Con base a los resultados obtenidos en la evaluación de la microbiología del suelo de la rizósfera de las plantas de babaco de todos los tratamientos se evidencia que las especies repelentes tuvieron una acción sinérgica en la Microbiota, con lo cual se desecha la hipótesis alternativa, y se acepta la hipótesis nula (Ho), que indica que las especies vegetales herbáceas repelentes utilizadas en el presente experimento no disminuyen la Microbiología en la rizósfera de las plantas en el cultivo de babaco.



## CAPÍTULO 5

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

#### 5.1. CONCLUSIONES.

- En el experimento se determinó que el babaco, obtuvo un índice de 53,75 agallas por planta en el tratamiento testigo, que concuerda según lo establecido en la escala de Taylor y Sasser (1983), al tener una infestación de más de 50 agallas es una especie susceptible
- El nematodo agallador encontrado en las agallas de la muestra se identificó como la especie *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood, según el protocolo de Solano (2010) y la metodología de identificación de Taylor y Sasser (1983) y por Eisemback y Hunt (1980).
- Las especies vegetales herbáceas repelentes utilizadas en presente experimento: ayarrosa, caléndula, chinchil y chocho, cuando se utiliza un solo individuo por planta de babaco favorece su desarrollo por cuanto la altura fue superior al testigo y a los demás tratamientos con 2, 3 y 4 individuos por planta de babaco.
- Las especies vegetales herbáceas repelentes, cuando se utilizan más de un individuo por planta afectan su desarrollo fenológico, por cuanto compiten por nutrientes y al tener un desarrollo más precoz que el babaco le producen sombra que afecta el desarrollo vegetativo.
- Las especies vegetales herbáceas repelentes utilizadas: ayarrosa, caléndula, chinchil y chocho son eficientes para regular la incidencia del nematodo agallador en las plantas de babaco.
- La sustancia que causa repelencia al nematodo *Meloidogyne Incognita* (Kofoid & White) Chitwood en las plantas de babaco, es el  $\alpha$ -terthienyl de las especies de ayarrosa, caléndula y chinchil, y las saponinas en la especie de chocho, según Plantsphere Laboratories, de la ciudad de Quito.
- Las especies de ayarrosa, caléndula, chinchil y chocho, tienen efecto sinérgico en el incremento de la Microbiología en la rizósfera de las plantas de babaco.

## 5.2. RECOMENDACIONES.

- Se recomienda utilizar las especies vegetales herbáceas ayarrosa, caléndula, chinchil y chocho como repelentes al nematodo agallador *Meloidogyne incognita*, un ejemplar por planta de babaco a 10 cm de la planta como metodología eficaz para regular su incidencia.
- Se recomienda realizar investigaciones sobre la distancia adecuada con respecto a la planta de babaco y la especie repelente para obtener una mayor eficiencia.
- Aplicar la tecnología de utilizar las especies vegetales repelentes estudiadas en plantaciones comerciales de babaco en la hoya de Loja y comparar su eficiencia tanto para cultivos bajo invernadero como a campo abierto.

## **CAPÍTULO 6**

### **PROPUESTA**

**ESTABLECIMIENTO DE UN CULTIVAR DE BABACO ASOCIADO CON ESPECIES VEGETALES HERBACEAS CON PROPIEDADES REPELENTES AL NEMATODO AGALLADOR (*Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood).**

#### **6.1. DATOS INFORMATIVOS.**

**Lugar de ejecución:**

Provincia de Loja.

**Ubicación:**

Hoya de Loja.

**Número de plantas**

Cien, distribuidas en diez hileras de 10 plantas cada una.

**Distancias de Siembra:**

1,25 m entre plantas y 1,5 m entre hileras.

**Área de cultivo:**

La que tenga disponible la organización, el agricultor o la Institución que acoja la propuesta.

**Especificaciones:**

Se propondrá una cantidad mínima de 100 plantas de babaco con una de las especies repelentes de: ayarrosa, caléndula, chinchil y chocho.

#### **6.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA.**

La agricultura actual en el Ecuador está evolucionando a nuevas prácticas orientadas a la obtención de productos más sanos, con menos aplicación de insumos fitosanitarios y que sean respetuosas con el ambiente.

##### **6.2.1. El cultivo de babaco.**

El babaco es una planta originaria de los valles templados de la provincia de Loja. En la actualidad se lo cultiva en invernaderos en varias provincias de la Sierra

ecuatoriana, con un interés comercial creciente gracias a la calidad gustativa de la fruta, sus bajos contenidos de azúcares y calorías y por su alto contenido de vitaminas y minerales lo que ha despertado interés en productores y consumidores que lo utilizan en la elaboración de jugos, conservas, jaleas y mermeladas (Caguana, 2003).

### **6.2.2. El nematodo agallador.**

El nematodo agallador es una de las principales plagas del cultivo de babaco, Los nematodos del género *Meloidogyne* cuando infestan al cultivo causan agallas en las raíces, interrumpiendo el paso del agua y los minerales necesarios para el metabolismo de la planta. Además, causan un crecimiento retardado, flacidez en los tallos, amarillamiento y marchitez causándole la muerte a la planta infestada y por ende disminuye drásticamente la producción (Bravo *et al.*, 2012).

### **6.2.3. Las especies repelentes a nematodos.**

Entre las plantas antagónicas más estudiadas en los sistemas de cultivo están las especies de *Tagetes* y otras asteráceas, por ejemplo: *Helenium spp.*, *Cosmos spp.*, *Gaillardia spp.*, *Caléndula officinalis*, *Zinnia elegans*, entre otras. Numerosos experimentos han mostrado que varias especies y cultivares de *Tagetes* pueden controlar eficientemente nematodos en cultivos establecidos, ya sea cuando se usan como rotación, en cultivos de cobertera o como enmienda al suelo; además varios compuestos nematocidas han sido obtenidos de esta especie. La reducción en la densidad de población de los nematodos frente a la presencia de *Tagetes spp.*, se debe a sustancias presentes en las raíces de estas plantas, las que inducen la muerte de los individuos y que están ubicadas preferentemente en la endodermis. Uno de estos compuestos aislados es a-terthienyl, el cual también ha sido extraído desde las flores de esta especie, y que ha mostrado ser uno de los más potentes en esta acción (Aballay, 2005).

*Tagetes (Tagetes erecta L.)*, planta tóxica para las larvas de diferentes mosquitos. Sus secreciones radiculares son una barrera eficaz contra los nematodos, por lo

que se cultivan en proximidad plantas susceptibles como tomates, patatas, perejil y otras ([www.vivesur.com/](http://www.vivesur.com/), 2 016).

La Caléndula (*Calendula officinalis* L., actúa en numerosos cultivos como: patatas, coles y especies hortícolas en general. Repele pulgones, chinches, mosca blanca y gusanos (nematodos). Ahuyenta al escarabajo del espárrago. Además, atrae gran cantidad de insectos beneficiosos para el huerto ([retornoalatierra.wordpress.com/](http://retornoalatierra.wordpress.com/) 2 013).

Algunas plantas exudan a través de sus raíces sustancias que pueden tener efectos diversos en el comportamiento de los nematodos parásitos de plantas. Los modos de acción de estas sustancias pueden ser: exudar sustancias tóxicas a los nematodos como el tarhui o chocho (Egúsquiza, 2 012).

### **6.3. JUSTIFICACIÓN.**

Un problema generalizado, es la contaminación ambiental del suelo y de los productos vegetales alimenticios, por efecto de la aplicación desmedida de pesticidas para combatir plagas y enfermedades en los cultivos que en muchos casos los agricultores refuerzan la dosis duplicándola para tratar de conseguir una mayor efectividad. Esto con el fin de reducir las pérdidas de los productos mejorando los niveles de las cosechas. El uso intensivo de plaguicidas cada vez de mayor concentración, también eleva los costos de producción y deteriora la calidad de los productos, ya que en algunos casos incluso se percibe el olor fuerte de los pesticidas en los productos que se adquieren en los mercados.

En el periodo 1980- 1985, el Ecuador importó 65 266 833 Kg de plaguicidas, o sea aproximadamente 7 kilos de plaguicidas por habitante, lo cual demuestra el nivel de contaminación que se genera por su uso indiscriminado en las actividades agrícolas (Ecuador Ministerio del Ambiente, 2 004).

Como alternativa ecológica de producción de babacos con una tecnología amigable con el ambiente, sin la utilización de productos agrotóxicos, se propone

el establecimiento de un cultivar de babaco utilizando una de las especies repelentes al nematodo agallador: la ayarrosa, la caléndula, el chinchil y el chocho, en relación de una planta por cada planta de babaco, en vista de los resultados obtenidos en el presente experimento y considerando el sinergismo producido por estas especies en la población microbiana de la rizósfera de la raíz, lo cual pretende contribuir a mejorar la calidad del sustrato donde se cultiva la planta dándole mejores condiciones para su desarrollo.

#### **6.4. OBJETIVOS.**

##### **6.4.1. Objetivo General**

Fomentar el uso de especies vegetales repelentes asociadas al cultivo de babaco, por cuanto constituye una forma alternativa de producción en la provincia de Loja.

##### **6.4.2. Objetivos Específicos**

- Difundir la tecnología de uso de especies vegetales repelentes (Ayarrosa, chinchil, caléndula y chocho) para que sea aplicada por los productores de babaco para reducir la incidencia del nematodo *Meloidogyne incognita*.
- Obtener frutos de babaco libres de residuos de agrotóxicos para mejorar la soberanía alimentaria de la población.

#### **6.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD.**

La ejecución de la propuesta de implementar un cultivar de babaco asociado a especies repelentes al nematodo *M. incognita*, es factible desde diferentes consideraciones como las que a continuación se exponen:

- Se dispone de una tecnología generada de la investigación sobre especies repelentes al nematodo agallador en cultivo de babaco que evitan la infestación de la plaga.
- Existe disponibilidad de estacas de babaco adecuadas para la plantación y también semillas de las especies vegetales herbáceas repelentes al nematodo agallador.

- Existe interés en los agricultores por producir babacos de buena calidad en tamaño y sabor, sin residuos agrotóxicos, en vista de la gran demanda de los consumidores.

## 6.6. FUNDAMENTACIÓN.

La propuesta se fundamenta en el uso y aplicación de la biodiversidad de especies vegetales herbáceas repelentes para generar efectos sinérgicos en la regulación y disminución de la incidencia de plagas y enfermedades en los cultivos, en el presente caso del nematodo agallador, mediante el conocimiento de las sustancias químicas generadas en las plantas estudiadas, como son el ácido  $\alpha$ -terthienyl en la ayarrosa, la caléndula y el chinchil y las saponinas en el chocho, sustancias que provocan efectos que inducen a la muerte de los nematodos.

El ácido  $\alpha$ -terthienyl, al recibir la acción de los rayos ultravioleta de la radiación solar, provoca el desprendimiento del oxígeno singlete, que es la formación de las denominadas especies reactivas del oxígeno (ROS), más reactivas que éste en su estado basal de triplete ( $^3\text{O}_2$ ). Las principales son: los productos de la ruptura o de la excitación de la molécula de oxígeno, esto es, oxígeno atómico, ozono ( $\text{O}^3$ ) y oxígeno singlete ( $^1\text{O}_2$ ), y las especies de oxígeno que están parcialmente reducidas (Molina, 2012). Oxígeno singlete es uno de los tres estados electrónicamente excitados inmediatamente superiores al oxígeno molecular en el estado fundamental, la acción del oxígeno singlete ( $^1\text{O}_2$ ) en la muerte o la no viabilidad de las células tumorales se ha puesto de manifiesto en varias investigaciones; los radicales libres y el superóxido son los responsables de la fototoxicidad.

Las saponinas tienen varias actividades biológicas y se utilizan en agentes empleados como fungicidas, insecticidas, agentes contra el cáncer, cosméticos, conservantes de alimentos y fertilizantes con efectos insecticidas y reforzadores del crecimiento. Las saponinas causan irritación en las células que entran en contacto con ellas. **Las saponinas** son excelentes agentes emulsionantes y algunas de ellas fueron utilizadas como detergente en sustitución del jabón, sobre todo, como espumantes, en especial en líquidos de extinción de incendios. Tienen

sabor acre y en forma de polvo producen estornudo y están casi exentas de toxicidad por vía oral. Algunas saponinas son marcadamente tóxicas. Estas son llamadas **sapotoxinas** y tienen una acción hemolítica sobre los glóbulos rojos sanguíneos si son inyectadas directamente por vía intravenosa (<http://www.plantas-medicinal-farmacognosia.com/temas/glucosidos/saponinas/>, 2015). Se conocen dos tipos generales: los esteroides como la digitonina y las triterpenoides como Alpha solanina. La mayoría se ajustan a la fórmula general  $C_nH_{2n-8}O_{10}$  (Crandall y Emerson 2000).

La utilización de las especies vegetales herbáceas repelentes al nematodo agallador permitirá obtener babacos de buena calidad y libres de residuos agrotóxicos.

## **6.7 METODOLOGÍA, MODELO OPERATIVO.**

### **6.7.1. El lugar para el huerto.**

Mediante comunicaciones escritas dirigidas tanto organizaciones de productores agroecológicos y convencionales de babaco, a productores independientes y/o a Instituciones que tienen competencias de carácter agropecuario, como el GAD Provincial de Loja, Municipio de Loja, Universidad Nacional de Loja, entre otras, se presentará la propuesta que será socializada y negociada para su implementación en un huerto a campo abierto o bajo cubierta, para aplicar la tecnología del cultivo de babaco incorporando la asociación con especies repelentes .

### **6.7.2. Insumos requeridos.**

- Un litro de Previcur, descontaminante orgánico del suelo.
- 12 Kg de compost por cada planta de babaco
- 100 plántulas de babaco como cantidad básica.
- Plántulas de ayarrosa
- Plántulas de caléndula
- Plántulas de chinchil



- Plántulas de chocho.
- Sistema de riego por goteo o en surcos.
- Herramientas para las labores de mantenimiento.
- Flexómetro y balanza para realizar las mediciones.
- Bioles para aplicar una vez por semana a la plantación.
- Podadora, para realizar la poda de formación en el babaco.
- Cestas de plástico (6) para la cosecha de los frutos,
- Cartones con capacidad para embalar 10 unidades de babacos.

### **6.7.3. Actividades para el establecimiento del cultivar de babaco asociado a especies repelentes al nematodo agallador.**

Las actividades de mantenimiento que se realizarán al cultivo serán:

- Obtención de plántulas de babaco, en un vivero o se realizará el proceso de siembra de estacas en un vivero adjunto al campo asignado para el cultivo.
- Obtención de la semilla de las especies vegetales herbáceas repelentes, la cual hay en existencia en varios sitios en la hoya de Loja, y establecimiento del semillero, considerando la fecha de siembra, por cuanto las semillas de chocho son muy precoces (una semana) para germinar y estar en condiciones de sembrarlas, las semillas de caléndula y ayarrosa germinan a los 15 días y están en condiciones de trasplantarlas a las cinco semanas de sembradas, y la semilla de chinchil demora un mes para germinar y tres semanas para poder sembrar las plántulas.
- Elaboración de los hoyos de 40x40x40 cm con un mes de anticipación.
- Desinfección de cada hoyo con Previcur en una dosis de 10 ml por litro de agua, rociado de tal forma que moje la base del hoyo y las paredes pero que no enlague el líquido.
- Veinte días antes de la fecha de siembra colocar en cada hoyo 12 kg de compost, para temporizar el material y las semillas que van en el mismo germinen y broten, para el día de la siembra extraerlas al mismo tiempo.

- Realizar la siembra de las plántulas de babaco y la especie repelente el mismo día, luego regar y continuar los cuidados de mantenimiento.
- Al mes de la siembra es pertinente, quitar los residuos secos del corte de la estaca de babaco y eliminar los brotes en exceso en cada planta.
- Se aplicará una solución de diferentes bioles cada semana para que las estomas absorban macro y micronutrientes y al mismo tiempo tienen acción preventiva para agentes patógenos.
- Las flores que aparezcan antes de los noventa días de siembra, se recomienda eliminar, ya que los frutos prematuros debilitan la planta.
- Riego requerido para mantener la humedad del suelo es bajo 25 centímetros.
- Aporque con 2 kilos de compost a los 60 días de la siembra, poda de formación y poda sanitaria.
- Cada 4 meses aplicar tres kilos de compost.
- Monitoreo de plagas y enfermedades por síntomas cada semana.
- Evaluación de presencia de nematodos por síntomas o por monitoreo de raíces una planta por cada 10, explorando la rizósfera, cada tres meses.
- Valoración de flores y frutos cuajados.
- Medición y peso de los frutos en estado pintón (cosecha).
- A partir de 10 meses después del trasplante se inicia el periodo de cosecha de los babacos.

## **6.8. ADMINISTRACIÓN.**

La administración del cultivar de babaco estará bajo la responsabilidad del productor o la asociación de productores de babaco o la Institución que acoja esta propuesta, pueden ser varios cultivares de babaco, el aporte tecnológico estará a cargo del proponente, considerando estos aspectos en el evento de socialización y negociación de la propuesta, con el productor o institución interesados.

## **6.9. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN.**

Se prevé la evaluación fenológica del cultivar, mediante el monitoreo semanal, de cumplimiento de las actividades de riego, aplicación de bioles, monitoreo de plagas, enfermedades y toma de datos de las variables agronómicas del cultivo.

Tabla 14. Cronograma de ejecución del establecimiento del cultivar de babaco asociado con especies vegetales herbáceas con propiedades repelentes al nematodo agallador en la asociación de productores.

Ord.	Actividad	Meses									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Socialización de la Propuesta con sectores de Asociaciones de Productores, productores e instituciones.	x									
2	Adquisición de plántulas de babaco y realización de semilleros de especies repelentes	x									
3	Preparación del lugar, sistema de riego, hoyado, desinfección de hoyos y colocación de compost.	x									
4	Siembra de las plantas de babaco y especies repelentes		xx								
5	Gestión de riego, aplicación de bioles		xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx			xxx
7	Toma de datos		xx	xx	xxx	xxx	xxx	xxx			xxx
8	Monitoreo de plagas y enfermedades		xx	xx	xx	xx	xx	xx			xxx
9	Poda de formación			x	x						
10	Podas sanitarias			x	x	x	x	x	x	x	x
11	Aporque				x				x		
12	Limpieza de malezas		x	x	x	x	x	x	x	x	x
13	Evaluación de nematodos					x			x		
14	Evaluación de floración y frutos cuajados				x	x	x	x			x

## 7. BIBLIOGRAFÍA.

- ABALLAY, Erwin. (2 005). Uso de plantas antagónicas para el control de nematodos fitoparásitos en vides. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. Santiago. Artículo Encontrado en [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).
- AGRIOS, George. (2 005). Fitopathology. Departament of Pathology University of Florida. Quinta Edición, México D. F. Editorial LIMUSA. 922 p.
- AGUIRRE, Zhofre; y MERINO, Bolívar. (2 000). Guía para el estudio de las principales familias botánicas del Sur del Ecuador. Departamento de Botánica y Ecología, Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador. 61 p.
- AGURTO, Guido y QUEZADA, Cristian. (2 012). Efecto de extractos estandarizados de plantas nativas con propiedades insecticidas nematocidas para el control del cogollero y nematodo agallador en el cultivo de tomate de mesa. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador. 161 p.
- ALTIERI, Miguel Ángel. (1995). Manejo Integrado de plagas. Segunda Edición. CLADES. Santiago. 278 p.
- ARAUJO, María y SANTOS, Jaime. (2004). Resistencia de cultivares de batata-doce a *Meloidogyne incognita*. Fitopatología Brasileira. Revista Vol. 29 No. 4 Julio-agosto. Brasilia.
- ASAMBLEA NACIONAL CONSTITUYENTE. (2008). Constitución de la República del Ecuador.
- BRAVO, Catalina; LARRIVA, Walter; y MINCHALA, Luis. (2012). Manejo integrado de la marchitez vascular o fusariosis (*Fusarium oxysporum*) en el cultivo de babaco. Boletín Técnico 409. INIAP- MAGAP- SENESCYT. Estación Experimental del Austro, Gualaceo. Cuenca, Ecuador. Encontrado en <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2327/1/BT409.pdf> 15 p
- BONIFAZ PAREDES, Luis. (2010). Determinación de la actividad insecticida de la saponina de quinua (*Chenopodium quinoa*) hidrolizada y no hidrolizada sobre *Drosophila melanogaster* Tesis de Grado Bioquímico Farmacéutico, Facultad de Ciencias, Escuela Superior Politécnica

Chimborazo. Riobamba Ecuador. 127 p. Visto en:  
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/390/1/56T00201.pdf>

- CAGUANA, Miguel; QUINDI, Bolívar y ROBAYO, Edwin (2003). El cultivo de babaco en invernadero (Carica pentagona). Manual. Editado por la Asociación de Agrónomos Indígenas del Cañar con el Auspicio de PROMSA, INIAP, ABYA YALA. Quito. 45 p.
- CASTRO, Sinda y GUERRERO, Darwin. (1999). Cultivo de babaco en Loja. Folleto Divulgativo, Universidad Nacional de Loja, Proyecto VLIR – Universiteit Gent (+Bélgica). 36 p.
- CRANDALL, Bradford y EMERSON, Ralph. (2000). Utilización de saponina para el control de patógenos. Oficina española de patentes y marcas. Traducción de Patente Europea. Publicación 2145943. Madrid. 39 p. Visto en: [http://www.espatentes.com/pdf/2145943\\_t3.pdf](http://www.espatentes.com/pdf/2145943_t3.pdf).
- ECUADOR, Ministerio del Ambiente. (2004) Inventario de Plaguicidas COPs (contaminantes orgánicos persistentes) en el Ecuador. Informe Técnico Final. Escuela Superior Politécnica del Litoral(ESPOL)/ Instituto de Ciencias Químicas(ICQ)/Laboratorio de Cromatografía. Quito, 159 p.
- EGÚSQUIZA, Rolando. (2012). Manejo integrado de plagas en papa. Manual Técnico. Agrobanco, Cuzco, Perú. 33 p.
- EISENBACK, JD; HIRSCHMANN, H. y TRIANTAPHYLLOU, A. C. (1980). Morphological comparison of Meloidogyne female head structures, perineal patterns, and stylets. J Nematology. 313 p.
- ESPEJO, Pedro y JIMBO, Christian (2014). Efecto de la harina de rocas y cobertores orgánicos, en la fertilidad y biología del suelo en el cultivo de brócoli. Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional, Loja Ecuador. 132 p.
- FABARA, Jorge, (2011). El babaco es un cultivo exótico bien apetecido. Publicación del Diario EL COMERCIO del 22 de octubre del 2011. Encontrado en: <http://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/babaco-cultivo-exotico-apetecido.html>.
- FERNÁNDEZ, M. Y ORTEGA, J. (1998) "An overview of nematological problems in Cuba". Revista Digital Nematropica, 28: 151-164 pp.
- FRANCO J. (2014). El cultivo de la quinua y los nematodos fitoparásitos en la región andina de Bolivia. Artículo de revista, para consultas disponible en: <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro14/cap2.8.htm#Top>.

- GONZÁLEZ, Mónica. (2011). El oxígeno singlete. Publicado en la Guía Química. <http://quimica.laguia2000.com/conceptos-basicos/oxigeno-singlete#ixzz4Ebl>
- GONZÁLEZ DE MOLINA, Manuel; GUZMÁN, Gloria; y SEVILLA, Eduardo. (1999). Introducción a la agroecología como desarrollo rural sostenible. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. 535 p.
- HONORATO, W. (2000). Carbon cycling and formation of soil organic matter. En Paul, EA (ed.), Soil microbiology, ecology and biochemistry. Academic Press New York, USA. 448 p.
- KUMAR, Pradeep; LORAYA, Malini; LORAYA, Manmohan; and NIVSARKAR, Manish. (2005). Generation of superoxide anion radical by  $\alpha$ -terthienyl in the anal gills of mosquito larvae *Aedes aegypti*: A new aspect in  $\alpha$ -terthienyl phototoxicity. Article first published online: 7 FEB 2005.
- LÓPEZ G., Victoria. (2014). Caracterización fitoquímica y biodinámica de las algas de agua dulce y del helecho acuático (*Azolla sp.*) en el proceso de compostaje, Latacunga Cotopaxi. Trabajo de Investigación de Maestría en Agroecología y Ambiente, Universidad Técnica de Ambato. Ambato Ecuador. 120 p.
- MACÍAS SÁNCHEZ, Martha. (2013). Empresa de exportación de babacos hacia Francia, Proyecto de Fin de Semestre, Universidad Internacional del Ecuador. 31 p. Encontrado en [http:// es.slideshare.net/luis1045/babacorp-proyecto-neg-internacionales](http://es.slideshare.net/luis1045/babacorp-proyecto-neg-internacionales).
- MAGUNACELAYA, Juan Carlos. (2005). Control biológico e integrado de enfermedades y nematodos en frutales y hortalizas. Uso de extracto de quillay para el control de nematodos fitoparásitos. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. Santiago. 109 p. Encontrado en: <http://www.libros.uchile.cl/files/presses/1/monographs/221/submission/prof/files/assets/basic-html/page100.html>
- MARTÍNEZ, Julia. (2002). Prueba de viabilidad de neutrófilos para la detección de sustancias tóxicas en extractos de plantas como fuente de alimento en los animales. Tesis Maestría en Ciencias Pecuarias. Universidad de Colima. Colima, México. 92 p. Encontrado [http://digeset.uco.mx/tesis\\_posgrado/Pdf/Julia%20del%20Carmen%20Martinez%20Rodriguez.pdf](http://digeset.uco.mx/tesis_posgrado/Pdf/Julia%20del%20Carmen%20Martinez%20Rodriguez.pdf)
- MOLINA, Fernando. (2012). El lado oscuro del oxígeno. Instituto de Bioquímica Vegetal y Fotosíntesis de la Universidad de Sevilla. Sevilla, España. Encontrado en <http://quimica.laguia2000.com/conceptos-basicos/oxigeno-singlete#ixzz4EbJEaGRh>

- MORENO, ANA. (2015) Apuntes de Zoología. Nematodos. Encontrado en <http://www.ucm.es/data/cont/docs/465-2013-08-22-D5%20NEMATODOS.pdf>
- NACIONES UNIDAS. (1992). Convenio sobre la diversidad biológica. Cumbre de la Tierra. Río De Janeiro Brasil. Cinco de junio de mil novecientos noventa y dos. 32 p.
- OSORIO, Walter y OSORNO, Laura. (2014). Microorganismos del suelo y su efecto sobre la disponibilidad de nutrientes. Folleto. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. 68 p. Encontrado en [nwosorio@unal.edu.co](mailto:nwosorio@unal.edu.co) y <http://www.riartas.com/recursos/archivos/jornadasmateriaorganica/conferencia2.pdf>.
- PERRY, Roland; MOENS, Maurice y STARR, James. (2009). Root- knot nematodes. CAB International. Massachusetts, EUA. 483 P.
- POKHAREL Narayan & KRUCHINA, Sergei. (1991). Effects of *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949 and *Meloidogyne hapla* Chitwood, 1949 on the macro-nutrient content of *Trifolium pratense* L. Research article, Volume 27, 1991 - Issue 1 . Berlin. 41-44 pp.
- PUEDMAG R., Jaime y HERNÁNDEZ R., Manuel. (2010). Eficiencia de nematocidas biológicos en el control de *Meloidogyne incognita* en tomate de mesa (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo invernadero, en Socapamba Imbabura. Tesis Ingeniero Agropecuario. Universidad Técnica del Norte. Ibarra Ecuador. 67 p.
- PUERTAS ARIAS, Ana. (2009). Nematodos fitoparásitos. Los nematodos formadores de agallas, tácticas para su manejo. Departamento de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Granma, Bayamo Cuba. 29 p.
- QUIROGA, Esteban. (2007). Paradigmas a considerar en investigación científica. Los tres paradigmas de la investigación. Power Point. Encontrado en <http://es.slideshare.net/EstebanQuiroga/los-tres-paradigmas-en-investigacin>. 10 p.
- RED DE ACCIÓN DE PLAGUICIDAS Y SUS ALTERNATIVAS PARA AMÉRICA LATINA. (2008). Carbofurano, plaguicida con prontuario. Ficha Técnica. Disponible [http://www.rap-al.org/articulos\\_files/Carbofurano\\_Enlace\\_83.pdf](http://www.rap-al.org/articulos_files/Carbofurano_Enlace_83.pdf)
- REVELO, Jorge; CASCO, Carlos; CASTILLO, Néstor; SANDOVAL, Alicia; SANCHEZ, Gabriela; LOMAS, Luis; y, CORRALES, Andrés. (2008). Nematodo del rosario de la raíz ( *Nacobbus aberrans*) y nematodo del



nudo de la raíz (*Meloidogyne incognita*): epidemiología, importancia y pertinencia de desarrollar un sistema de manejo integrado para optimizar su control en tomate de mesa en el valle de El Chota. INIAP- Universidad Técnica del Norte – CENACYT- Vicepresidencia de la República. Boletín Técnico 129. Ibarra Ec. 74 p.

- RODRÍGUEZ, Mayra; HERNÁNDEZ, Dainé; GÓMEZ, Lucila; DÍAZ-VIRULICHE, Luisa; y PETEIRA, Belkis. (2011). Sintomatología y especies de *Meloidogyne* asociadas a vid (*Vitis vinifera* L. cv. Aramond) en Güira de Melena, Artemisa. (Resultados preliminares). Revista de Protección Vegetal. Vol. 26 No. 2 mayo-Agosto. Universidad Agraria de la Habana. La Habana. 12 p. Encontrado [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1010-27522011000200007&lng=pt&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522011000200007&lng=pt&nrm=iso&tlng=es)
- ROMÁN, Jesse y ACOSTA, Nelia. (2000). Nematodos, diagnóstico y combate. Universidad de Puerto Rico. Mayaguez. 68 p.
- SÁNCHEZ B., Juan y SÁNCHEZ O., Klever. (2003). Estudio de la variabilidad de *Vasconcellea* con resistencia a *Meloidogyne* sp y *Fusarium oxysporum* e inicio de mejora genética en babaco. Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador. 108 p.
- SÁNCHEZ PORTILLO, J. (2010). Efecto de quitina y quitasano sobre huevos y juveniles de nematodos formadores de nódulos radiculares *Nacobbus aberrans* y *Meloidogyne incognita* bajo condiciones in vitro e in vivo. Tesis Maestro en Ciencias. Motecillo Texcoco, Estado de México. Disponible en [http://www.sanchez\\_portillo\\_JF\\_MC\\_fitopatologia\\_2010.pdf](http://www.sanchez_portillo_JF_MC_fitopatologia_2010.pdf)
- SOLANO, Tulio. (2009). Plantas nativas con propiedades plaguicidas de la Región Sur del Ecuador. Universidad Nacional de Loja, Carrera de Ingeniería Agronómica. Loja Ecuador. 126 p.
- SOLANO CASTILLO, Tulio; AGURTO CÓRDOVA, Guido; QUEZADA ZAPATA, Cristian; RUIZ TOLETDO, Jeamel; DEL POZO NUÑEZ, Elio. (2013). Efecto de extractos de *Tagetes* spp. y *Melia azedarach* L. sobre el nematodo *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White). Artículo Publicado en la revista Centro Agrícola 40(4) periodo Octubre diciembre del 2013.7 páginas.
- SOLANO, Tulio. (2014). Alternativas para el manejo de *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood en tomate (*Solanum Lycopersicon* L.) en Loja, Ecuador. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas, Universidad Agraria de La Habana. Pp 31-35.

- SORIA, Norman y VITERI, Pablo. (1999) Guía para el cultivo de babaco en el Ecuador. Estación Experimental "Santa Catalina" Programa de Fruticultura Tumbaco, INIAP-COSUDE. Quito. 51 p.
- STECIOW, Mónica (2014). Contaminación de suelos. Encontrado en <http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/Rizosfera.htm>
- TAYLOR, A.L. y SASSER, J.N. (1983). Biology, identification and control of root-knot nematodes (Meloidogyne species). Nort Carolina State University. Department of Plant Pathology; United States. Agency for International Development, International Meloidogyne Project. 38 p.
- TEXEIRA y AZEVEDO (2011). Brasil: Análisis de residuos de plaguicidas en frutas y verduras realizado por ANVISA. Publicación del 6 de diciembre del 2011. Artículo periodístico. De El Nacional Encontrado en: [http://www.rap-al.org/index.php?seccion=8&f=news\\_view.php&id=523](http://www.rap-al.org/index.php?seccion=8&f=news_view.php&id=523).
- TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN AMBIENTAL SECUNDARIA, TULAS (2015). Decreto Ejecutivo 3516 : 23-mar.-2015, encontrado en la página <http://www.ruminahui-aseo.gob.ec/periodo2015/documentos/tulas.pdf> 187 p.
- TORSVIK, V., GOKSOYR, J. y DAAE, F. (1990). High diversity in DNA of soil bacteria. Appl. Environ. Microbiol. 56: 782-787 pp.
- ZUCKERMAN, B; MAI, W. y HARRISON, M. (1985). Fitonematología, manual de laboratorio. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica. 231 p.

### **Páginas de Internet.**

<http://amantesdelafitopatologia.blogspot.com/p/nematologia-agricola.html> 2014.

<http://es.slideshare.net/EstebanQuiroga/los-tres-paradigmas-en-investigacin>. 2014. Paradigmas a considerar en investigación científica. 10p.

<http://fotosfloresdelcampo.blogspot.com/2013/04/clavel-chinotagete-tagetes.html> 2014.

<http://plpnemweb.ucdavis.edu/nemaplex/images/PPatterncharacters.gif> 2014

[https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/2\\_2\\_\\_5\\_\\_2\\_\\_Terthiophene#section=3D-Conformer](https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/2_2__5__2__Terthiophene#section=3D-Conformer) 2016

<https://retornoalatierra.wordpress.com/2013/05/20/plantas-repelentes/> (2013).  
Plantas repelentes.

<http://swbiodiversity.org/seinet/taxa/index.php?taxon=4817> 2016.

<https://wildrootnaturals.wordpress.com/2014/07/31/bright-orange-medicine-flower-calendula/> 2016

<http://www.agrisk.umn.edu/cache/arl02971.htm> 2014

<http://www.foro.salvatuvida.com/viewtopic.php?f=11&t=5974>. 2014 . Altramuz, chocho, entremozo, lupin, lupino (Lupinus Albus).

<http://www.nemachile.cl/meloidogyne.html> 2014

<http://www.plantas-medicinal-farmacognosia.com/temas/glucosidos/saponinas/> (2016). ¿Qué son las saponinas?

<http://www.revistaelagro.com/2014/08/04/el-cultivo-del-chocho-y-el-clima-en-ecuador/>

[http://\(www.vivesur.com/insecticidas.htm](http://(www.vivesur.com/insecticidas.htm). (2016). Las plantas como insecticidas naturales.

## ANEXOS

### ANEXO 1.- Convenio para la siembra de plantas de babaco en la UNL



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA  
ACREDITADA - RESOLUCIÓN N° 003-CONEA-2010-111-DC  
ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES  
COORDINACIÓN ADMINISTRATIVA-FINANCIERA



CONVENIO ENTRE EL AREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA Y EL SEÑOR BOLIVAR EFREN CUEVA CUEVA, PARA A UTILIZAR 630 m2 DE TERRENO DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL "LA ARGELIA", PARA LA SIEMBRA DE 340 PLANTAS DE BABACO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

**PRIMERA.- Comparecientes:-** Intervienen en la celebración del presente convenio, por una parte, el Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional de Loja, representada por el señor Director Ing. Manuel Emilio González González, Mg. Sc., a quien en lo posterior se lo denominará "El Área Agropecuaria"; y, por otra el señor BOLIVAR EFREN CUEVA CUEVA, quien se lo denominará "El Concesionario", para celebrar un convenio para ocupación de 630 m2 en la Estación Experimental "La Argelia".

**SEGUNDA.- Objeto:-** El Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional de Loja, posee la Estación Experimental "La Argelia", para mantener servicios de autogestión; por lo que a través de este convenio concede al señor BOLIVAR EFREN CUEVA CUEVA, la utilización de este servicio, para que desarrolle su Proyecto de Investigación "REGULACIÓN DE LA POBLACION DEL NEMATODO AGALLADOR MELOIDOGYNE SP., CON ESPECIES VEGETALES HERBACEAS REPELENTES EN EL CULTIVO DE BABACO *Vasconcellea heilbarnii nm pentadonona Badillo*, EN LA HOYA DE LOJA"., previo a la obtención del Título de Cuarto Nivel, Maestría en Agroecología. Por las características anotadas y condiciones posteriores, este convenio no se encuentra sujeto al procedimiento establecido en los Arts. 45 y siguientes de la Ley de Contratación Pública y su reglamento. Por no existir normativo para la Estación Experimental "La Argelia", previa disposición del señor Director del Área, nos sujetamos al Normativo vigente del Hospital Veterinario.

**TERCERA.-** Por el presente convenio las partes se comprometen a lo siguiente:

- a) El Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables a autorizar la ocupación de 630 m2 de terreno en el sector Moraspamba de la Estación Experimental La Argelia
- b) El Concesionario:
  - A prestar las facilidades para que los alumnos de las carreras del Área Agropecuaria cuando sea necesario puedan realizar prácticas de observación.
  - Entregar la información técnica de la investigación, en un folleto y electrónicamente;
  - Entregar a la Estación el 50 % de la producción obtenida de la investigación
  - A responder por los daños locativos que se ocasionaren y a mantener los locales en buen estado de funcionamiento; y
  - La plantación y las mejoras que se instalen quedarán en beneficio del Área.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**  
**ACREDITADA - RESOLUCIÓN N° 003-CONEA-2010-111-DC**  
**ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**  
**COORDINACIÓN ADMINISTRATIVA-FINANCIERA**



...Página dos- Convenio....

**CUARTA.- Plazo.-** El plazo del convenio es a partir del dos de febrero al treinta y uno de agosto del dos mil quince, fecha en la que concluye con la socialización de los resultados de la investigación, pudiendo renovarse por acuerdo de las partes; en caso de que la concesionaria resuelva dar por concluido el convenio antes de la fecha establecida, lo comunicará al Área.

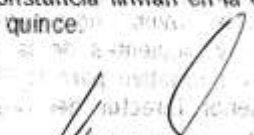
**QUINTA.- Vigencia del Convenio.-** El presente convenio entrará en vigencia una vez que sea registrado, suscrito y se notifique a las partes.


**SEXTA.- Terminación del Convenio.-** Si la concesionaria no cumple con las obligaciones estipuladas en la cláusula tercera del convenio, el Área queda facultada para declararlo terminado unilateralmente, sin más formalidades que la notificación escrita a la concesionaria, con treinta días de anticipación.


**SÉPTIMA.- Jurisdicción y Competencia.-** Este convenio no es un contrato de arrendamiento, por lo que se regirá por las normas del Código Civil, y, en caso de desacuerdo en su ejecución, cumplimiento e interpretación, las partes se someten a los jueces competentes de la ciudad de Loja.


**OCTAVA.-** Previo a la entrega del local se suscribirá el acta de entrega-recepción, especificándose las condiciones en las que se recibe los locales, para cumplir con lo estipulado en la cláusula tercera del contrato.

Para constancia firman en la ciudad de Loja, a los dos días del mes de febrero del dos mil quince.

  
 Ing. Manuel González Martínez G. M.  
**DIRECTOR DEL AREA AGROPECUARIA Y RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

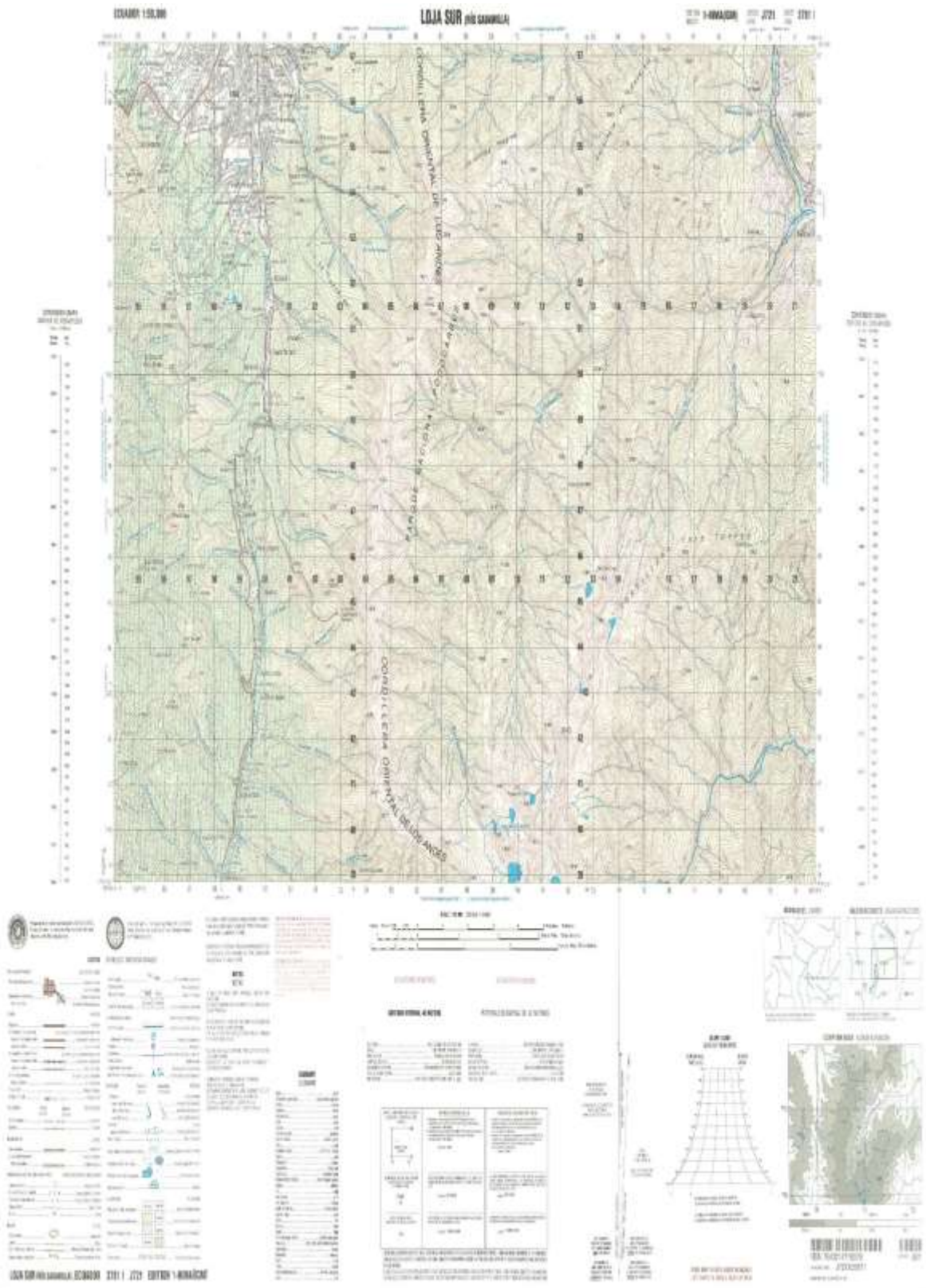
  
 Dra. Nora Tejada  
**COORDINADORA ADMINISTRATIVA Y FINANCIERA**

  
 Ing. Teodoro Feljo Cisneros  
**RESPONSABLE ESTACIÓN "LA ARGELIA"**

  
 Ing. Bolívar Efraín Cueva Cueva,  
**Cédula 1101386918**



## ANEXO 2. Ubicación del Área de ensayo



### ANEXO 3. Distribución de los tratamientos en el terreno de cultivo.

Tabla 15. Distribución de los tratamientos y repeticiones en el terreno.

Orden	R1	R2	R3	R4
1	HP3	AP2	T	CP2
2	LP4	CP3	LP3	HP3
3	HP4	HP3	LP1	AP4
4	HP1	CP2	HP4	LP4
5	LP1	T	CP1	CP4
6	CP2	LP4	AP3	LP2
7	CP4	AP1	HP1	AP1
8	LP2	AP4	HP2	T
9	HP2	HP4	CP4	AP3
10	CP1	LP1	LP2	LP3
11	LP3	CP1	LP4	HP1
12	AP3	LP2	AP4	CP1
13	AP4	HP2	HP3	HP4
14	T	LP3	CP3	AP2
15	CP3	CP4	AP2	HP2
16	HP1	AP3	CP2	LP1
17	AP2	HP1	AP1	CP3



**ANEXO 4. Semillas y semilleros de las especies vegetales repelentes.**



Figura 27. Semillas de las especies vegetales herbáceas repelentes: A) Ayarrosa; B) Caléndula; C) Chinchil y D) Chocho.

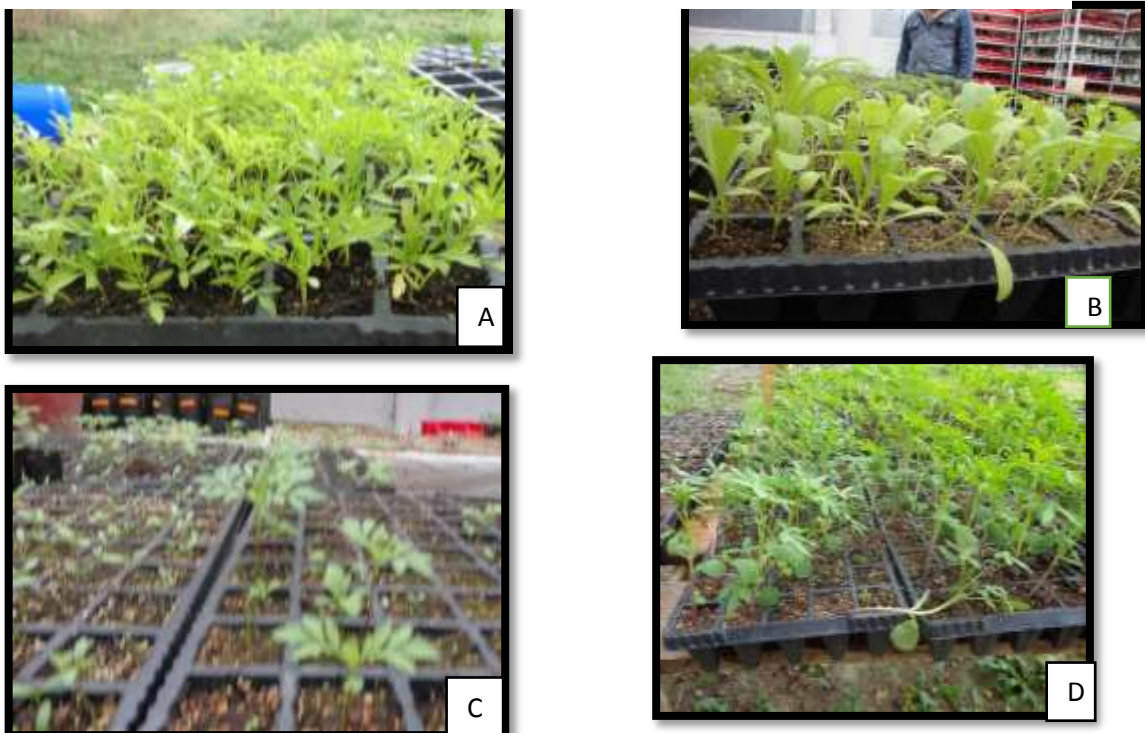


Figura 28. Semilleros de especies vegetales herbáceas repelentes en su orden: A) Ayarrosa, B) Caléndula, C) Chinchil y D) Chocho.



## ANEXO 5. Siembra de las plantas de babaco y las especies repelentes.

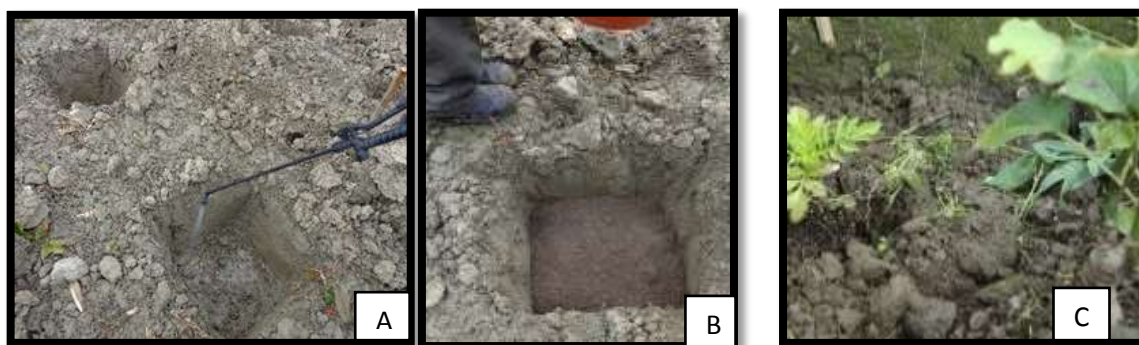


Figura 29. Siembra de las plantas de babaco: A) Hoyo de 40x40x40 cm, desinfectado con Previcur, B) Hoyo con 12 kg de compost y C) Siembra de la Planta.

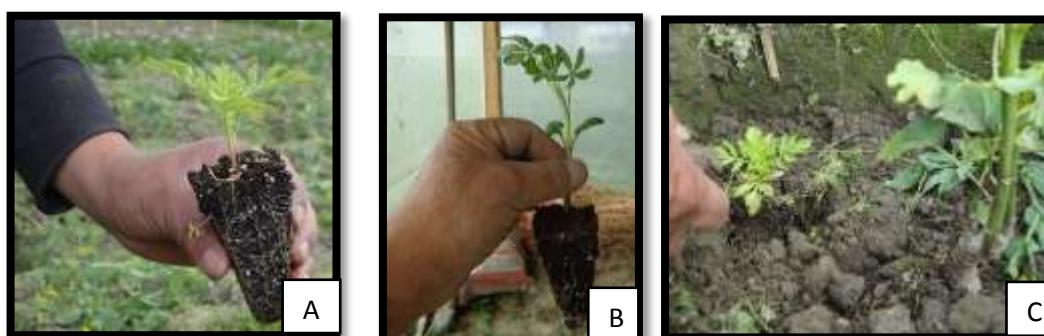


Figura 30. Siembra de las especies herbáceas repelentes: A) Plántula de ayarrosa con pan de tierra, B) Plántula de chocho con pan de tierra y C) Plántula de ayarrosa sembrada a 10 cm de la planta de babaco.

## ANEXO 6. Colecta de agallas infestadas de nematodos.



Figura 31. Colecta de muestras de agallas con nematodos en terrenos de la UNL, “La Argelia”, A) Planta infestada, B) Raíz agallada y C) Corte y colecta de raíces agalladas.



Figura 32. Raíces de toronche con agallas producidas por *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White, 1919) Chitwood, 1949. Loja, 2015

**ANEXO 7. Preparación del inóculo a partir de las agallas colectadas.**



Figura 33. Obtención del inóculo: A) Lavado de agallas, B) Picado, C) Triturado y D) filtrado en tul de la solución.

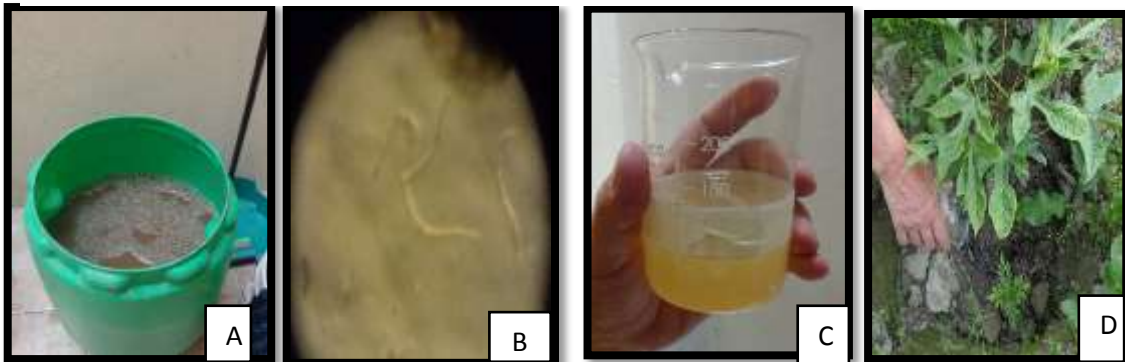


Figura 34. Aplicación del inóculo en las plantas de babaco: A) Solución con inóculo, B) Contando J2 en estereoscopio, C) Medición de 125 ml; y, D) Aplicando el inóculo en contorno a cada planta de babaco.



## ANEXO 8. Las plantas de babaco y las especies vegetales repelentes.

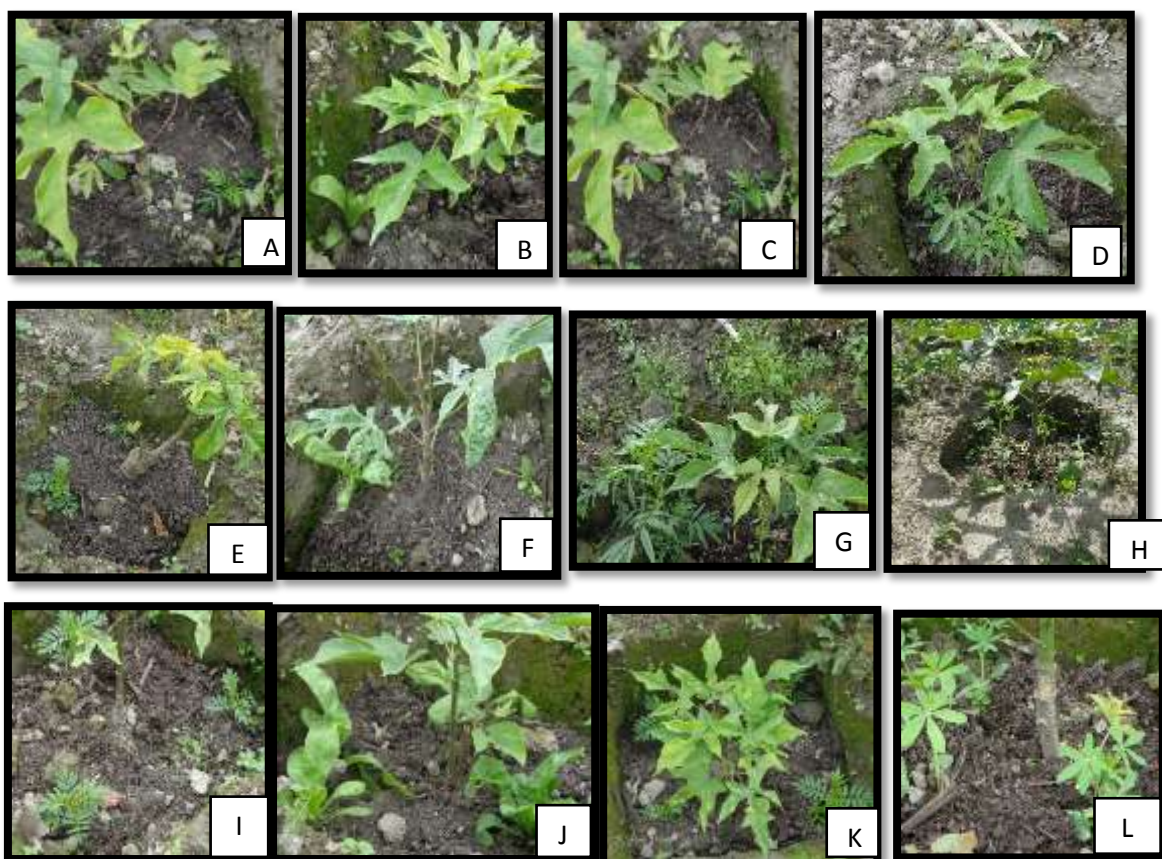


Figura 35. Especies repelentes según tratamiento con 1 planta de babaco: A) 1 ayarrosa, B) 1 caléndula, C) 1 chinchil, D) 1 chocho, E) 2 ayarrosa, F) 2 caléndula, G) 2 chinchil, H) 2 chocho, I) 3 ayarrosa, J) 4 caléndula, K) 4 chinchil y L) 4 chocho.

**ANEXO 9. Toma de medidas de las variables evaluadas.**

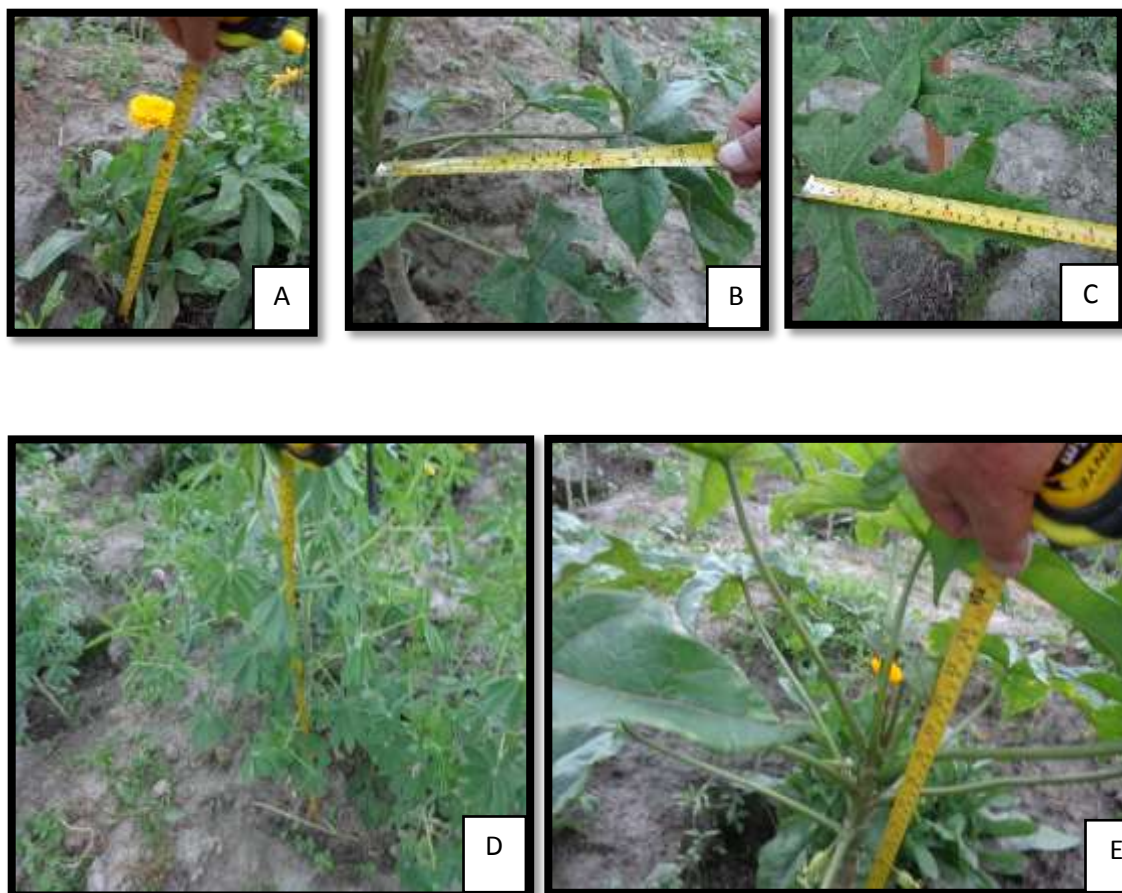


Figura 36. Toma de medidas de las diversas variables agronómicas: A) Altura de la planta de caléndula, B) Longitud del peciolo, C) Longitud de la nervadura, D) Altura de la planta de chocho y E) Altura de la planta de babaco.



**ANEXO 10. Altura de la planta de babaco a los 60 días de la inoculación.**

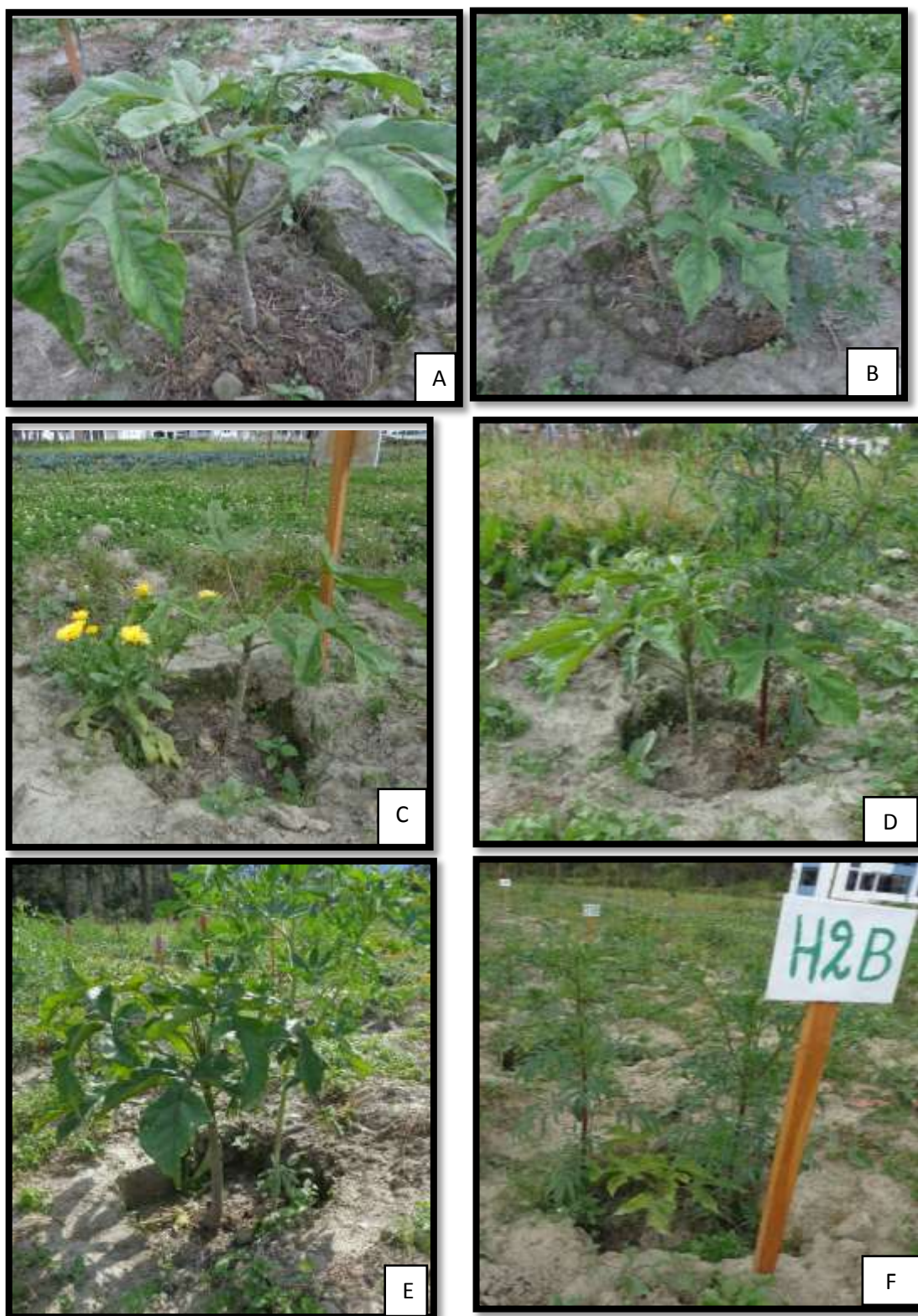


Figura 37. Altura de las plantas de babaco a los sesenta días a la inoculación: A) Testigo, B) Babaco + 1 ayarrosa, C) Babaco + 1 caléndula, D) Babaco + 1 chinchil, E) Babaco + 1 chocho y F) Babaco + 2 chinchil



Figura 38. Altura de las plantas de babaco a los sesenta días de la inoculación: G) Babaco + dos chochos, H) Babaco + tres ayarrosas, I) Babaco + dos caléndulas, J) Babaco + cuatro caléndulas y K) Babaco + 4 Chochos.



## ANEXO 11. Sistema radicular de las especies repelentes



Figura 39. Sistema radicular de las especies herbáceas repelentes: A) ayarrosa, B) caléndula, C) chinchil y D) chocho.



Figura 40. Raíces de las especies repelentes preparadas para enviar al Laboratorio.



**ANEXO 12. Agallas en las raíces de las plantas de babaco.**



Figura 41. Raíces de babaco sin agallas: A) Babaco + 2 plantas de chinchil, B) Babaco + 1 planta de caléndula, C) Babaco + 1 chinchil y D) Babaco + 3 chocho.

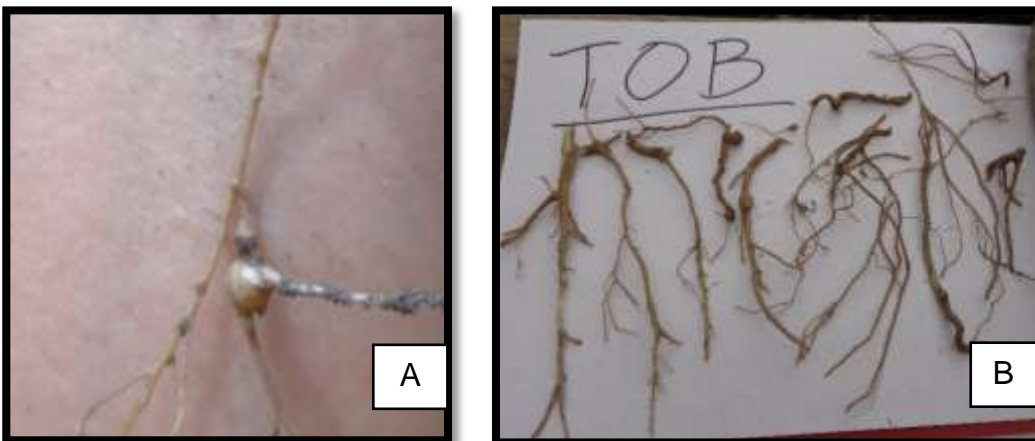


Figura 42. Raíz agallada de planta testigo: A) Agallas en formación y B) raíces agalladas.



Figura 43. Raíces de plantas de babaco, con pocas agallas: A) babaco + 3 ayarrosa y B) babaco + 1 ayarrosa.

### Anexo 13. Datos de altura de la planta de babaco

Tabla 16. Altura de la planta (m) de babaco a la inoculación.

Tratamientos	Repeticiones.			
	I	II	III	IV
AP1	0,252	0,243	0,216	0,227
AP2	0,212	0,23	0,216	0,224
AP3	0,214	0,222	0,224	0,224
AP4	0,23	0,236	0,214	0,224
CP1	0,25	0,25	0,232	0,236
CP2	0,238	0,242	0,24	0,258
CP3	0,248	0,242	0,224	0,222
CP4	0,238	0,24	0,216	0,238
HP1	0,218	0,228	0,234	0,222
HP2	0,22	0,224	0,228	0,228
HP3	0,216	0,23	0,222	0,222
HP4	0,244	0,228	0,23	0,224
LP1	0,246	0,218	0,234	0,242
LP2	0,236	0,218	0,22	0,226
LP3	0,222	0,228	0,224	0,226
LP4	0,246	0,228	0,226	0,218
T	0,256	0,226	0,232	0,224

Tabla 17. Altura de la planta (m) de babaco a los 60 días de la inoculación.

Tratamientos	Repeticiones			
	I	II	III	IV
AP1	0,404	0,426	0,41	0,462
AP2	0,326	0,348	0,354	0,376
AP3	0,29	0,324	0,342	0,352
AP4	0,28	0,32	0,304	0,342
CP1	0,372	0,434	0,368	0,432
CP2	0,34	0,348	0,364	0,4
CP3	0,326	0,334	0,33	0,36
CP4	0,304	0,324	0,298	0,356
HP1	0,366	0,442	0,416	0,456
HP2	0,34	0,376	0,36	0,416
HP3	0,32	0,346	0,326	0,37
HP4	0,304	0,316	0,326	0,316
LP1	0,394	0,35	0,386	0,412
LP2	0,326	0,328	0,342	0,39
LP3	0,33	0,33	0,338	0,348
LP4	0,32	0,33	0,33	0,33
T	0,364	0,39	0,364	0,418

## Anexo 14. Diámetro del tallo de la planta de babaco

Tabla 18. Diámetro del tallo en cm el día de la inoculación.

Tratamientos	Repeticiones.			
	I	II	III	IV
AP1	1,1	1,12	0,98	1,06
AP2	1,06	1,08	1,08	1,04
AP3	1,08	1,06	1,1	1,04
AP4	1	1,14	1	1,14
CP1	1,04	1,12	0,96	1,12
CP2	1	1,1	1,04	1,22
CP3	1,02	1,08	0,94	1,06
CP4	1,06	1,1	0,94	1,08
HP1	1,04	1,1	1,02	1,06
HP2	1,08	1,1	1,06	1,06
HP3	1,04	1,04	1,04	1,06
HP4	1,12	1,08	1,08	1,06
LP1	1,14	1,04	1,1	1,08
LP2	1,12	1,06	1,04	1,04
LP3	1,08	1,08	1,08	1,06
LP4	1,18	1,18	1,1	1,1
T	1,22	1,12	1,08	1,08

Tabla 19. Diámetro del tallo en cm a los 60 días de la inoculación

Tratamientos	Repeticiones			
	I	II	III	IV
AP1	2,08	2,36	2,06	3,16
AP2	1,84	1,92	1,84	2,04
AP3	1,34	1,6	1,84	1,9
AP4	1,26	1,58	1,64	1,88
CP1	2,24	2,22	1,8	2,78
CP2	1,84	1,86	1,88	2,44
CP3	1,44	1,58	1,62	2,02
CP4	1,42	1,52	1,52	1,8
HP1	1,9	2,44	2,22	3,08
HP2	1,74	1,9	1,86	2,72
HP3	1,48	1,68	1,6	1,96
HP4	1,58	1,54	1,64	1,5
LP1	1,98	1,7	2,14	2,16
LP2	1,48	1,6	1,86	1,98
LP3	1,54	1,72	1,76	1,82
LP4	1,58	1,66	1,64	1,66
T	1,86	2	2	2,42

## Anexo 15. Número de hojas de las plantas de babaco

Tabla 20. Número de hojas al día de la inoculación.

Tratamientos	Repeticiones.			
	I	II	III	IV
AP1	5,4	6,8	6,4	7,6
AP2	6,6	7,2	7,6	7
AP3	6	6	6,6	7,4
AP4	5,8	7,2	6,6	6,8
CP1	6,2	6,8	7,4	6,4
CP2	7,4	8,4	6,6	7,4
CP3	8	8,4	7,4	6,8
CP4	8,4	6,6	6,4	6,4
HP1	6,2	6	6,4	7
HP2	6,4	7,4	6,6	7
HP3	7	6,8	6,6	6,4
HP4	8,2	6,8	7,4	6,8
LP1	7,4	7,2	7,4	6,6
LP2	6,2	7,8	5,8	6,4
LP3	8,2	8,2	7	6,8
LP4	8,6	9,6	7	7,8
T	7,4	7	7,2	8,2

Tabla 21. Número de hojas a los 60 días de la inoculación.

Tratamientos	Repeticiones			
	I	II	III	IV
AP1	7,4	8,8	7,8	8,6
AP2	6,8	8,2	8	7,2
AP3	6,2	7	7,4	7,6
AP4	6	7,2	6,4	7
CP1	8	7,8	6,8	7,8
CP2	9	8	8,2	9,2
CP3	7	9,2	7,8	7
CP4	8,2	7,2	6,8	7,4
HP1	7,6	8	9	8
HP2	7,4	7,6	7,8	7,8
HP3	7,8	8,4	6,6	8,2
HP4	7,8	7,8	8	5,4
LP1	8,2	7,8	7,2	6,8
LP2	7,8	7,8	6,8	6,8
LP3	7,6	7,6	7,6	5,2
LP4	7,4	7,4	7	6,8
T	8,2	8,6	8,2	8,6

## Anexo 16. Longitud del peciolo de las hojas de babaco

Tabla 22. Longitud del peciolo en cm el día de la inoculación.

Tratamientos	Repeticiones.			
	I	II	III	IV
AP1	13,6	11,8	9,6	10,8
AP2	9,4	11,6	10	11
AP3	9	9,4	10,4	11,6
AP4	9,8	11,4	10,2	9,6
CP1	10,2	10,6	10,4	12,4
CP2	11,4	12,2	9,8	12,2
CP3	9,8	10	10,4	10,8
CP4	11	9,6	10,4	9,2
HP1	10,4	10,2	10,2	13,4
HP2	11	10,4	10,8	12,4
HP3	10,4	11,6	10,2	10,2
HP4	12	10,4	12	11,6
LP1	10,4	9,6	11,2	9,6
LP2	12,2	10,8	9,2	9,4
LP3	11	10,4	10,4	11,2
LP4	11	10,8	9,2	10,2
T	11,2	11,8	10,2	10,6

Tabla 23. Longitud del peciolo a 60 días de la inoculación.

Tratamientos	Repeticiones			
	I	II	III	IV
AP1	14	16,8	13,6	19,2
AP2	15,8	15,4	15,4	15,2
AP3	13	14	16,6	17
AP4	11,8	14,8	13,2	14,6
CP1	17,6	16,2	16,6	14,2
CP2	16	16,4	14	17,6
CP3	12,2	14,6	12,8	13,4
CP4	13,2	12,8	13,2	12,6
HP1	14,8	16,2	15,4	20,2
HP2	17,8	16,4	15,8	20,8
HP3	15	15	14	13,8
HP4	14,6	14,8	14	13,4
LP1	19,2	15	18,2	13
LP2	16,8	15,4	13,6	15
LP3	17	15,2	14	14,2
LP4	14,6	16,2	14,2	14,2
T	18	17,8	16,4	14,6

## Anexo 17. Longitud de la nervadura de las hojas de babaco

Tabla 24. Longitud de la nervadura cm el día de la inoculación.

Tratamientos	Repeticiones			
	I	II	III	IV
AP1	12	13,6	11,2	10,6
AP2	11	11,2	11,4	11,4
AP3	9	10,6	11,4	12,2
AP4	12,8	12,6	12,6	10,2
CP1	12,4	11,8	11,2	13,4
CP2	12,4	12,8	11	11,6
CP3	11,8	12	12,2	11,8
CP4	12	11,4	11,6	10
HP1	11,8	11,4	11,8	12,8
HP2	12,2	11,4	11,6	12
HP3	11,6	11,6	12	10
HP4	11,6	12	11,4	11,2
LP1	12,6	10,6	10,6	10,6
LP2	13,6	12,4	10	11,2
LP3	12	12,6	10	11
LP4	12,8	12,2	10,8	11
T	13,4	12,4	10,6	10,4

Tabla 25. Longitud de la nervadura a 60 días de la

Tratamientos	Repeticiones.			
	I	II	III	IV
AP1	14,8	23,2	20,4	25,2
AP2	18,8	18,2	19,2	19,6
AP3	13	15,2	18,6	22,2
AP4	13,6	17,4	17	18,8
CP1	22	21,2	19,6	19,8
CP2	18,2	18,8	18,6	20,2
CP3	14,2	18,2	15,8	17
CP4	15,4	13,4	15,4	17
HP1	18,8	22,2	19,2	25,4
HP2	18,2	19	19,6	22,4
HP3	16,6	17,6	17	17,8
HP4	15	16,2	15,2	14,2
LP1	19,6	16,4	19,4	20,2
LP2	18,4	18,2	16,4	19,4
LP3	17,6	18	16,6	18
LP4	15,8	17,6	16,4	17,6
T	19,6	20,4	20,2	20,6

## Anexo 18. Altura de las especies vegetales repelentes al nematodo

Tabla 26. Altura inicial de especies repelentes a nematodos

Tratamientos	Repeticiones.			
	I	II	III	IV
AP1	7,4	6,8	6	6
AP2	6,2	7	6	6
AP3	6,4	6	6	6
AP4	6	5,8	6	6
CP1	4,2	3	3,6	3
CP2	4	3,2	3	3
CP3	4	3,6	3,2	3
CP4	4	3	3	3
HP1	4,8	5,2	6	6
HP2	4,2	5,2	6	6
HP3	4	5	6	6
HP4	4	5,4	6	6
LP1	7,4	5,4	7	6
LP2	7,6	6	6	6
LP3	7,6	5,8	7	6
LP4	7,6	8,2	6	6,4
T				

Tabla 27. Altura de las especies repelentes a 60 días de la inoculación

Tratamientos	Repeticiones.			
	I	II	III	IV
AP1	68,4	60,4	59,4	64,8
AP2	43	58	51,4	64,2
AP3	50,6	55,6	61	72,2
AP4	39	50,8	41,8	80,4
CP1	29,2	31,8	30,2	33,8
CP2	33	34,4	29,8	32
CP3	29,2	33,8	27,4	26,2
CP4	35	25,8	27,2	36,8
HP1	57,2	65,6	68,2	83,4
HP2	82,2	73,2	85,2	87,2
HP3	75	80,6	72	95,4
HP4	82,6	74,4	77,6	74,4
LP1	65,2	80,8	93,2	88,6
LP2	93,2	80,8	90,8	103
LP3	78,6	79,4	105	94,6
LP4	91,8	101	90,8	96,4
T				



## Anexo 19. Número de ramas de la especie repelente.

Tabla 28. Número de ramas de las especies repelentes el día de la inoculación.

Tratamientos.	Repeticiones			
	I	II	III	IV
AP1	0	0	0	0
AP2	0	0	0	0
AP3	0	0	0	0
AP4	0	0	0	0
CP1	0	0	0	0
CP2	0	0	0	0
CP3	0	0	0	0
CP4	0	0	0	0
HP1	0	0	0	0
HP2	0	0	0	0
HP3	0	0	0	0
HP4	0	0	0	0
LP1	0	0	0	0
LP2	0	0	0	0
LP3	0	0	0	0
LP4	0	0	0	0

Tabla 29. Número de ramas de las especies repelentes a los 60 días de la inoculación.

Tratamientos	Repeticiones			
	I	II	III	IV
AP1	10,8	7,6	7,4	7,6
AP2	7,2	8,6	7,2	9,2
AP3	7,4	6,6	7,8	7,2
AP4	5,6	8,2	5,8	9,4
CP1	9,6	8,4	9	9,2
CP2	8,2	6,4	8,2	8,6
CP3	8,2	8,8	8,8	7,4
CP4	10,4	8,4	9,8	8,6
HP1	8,8	9,2	8,6	10
HP2	9,8	8,8	12	10,4
HP3	8,8	9,4	10	11,2
HP4	10,2	9,6	10,2	7,4
LP1	10,2	7,4	8,8	8,6
LP2	11,8	8,4	9,2	10,8
LP3	8,6	8,4	9,8	10,4
LP4	10,2	9,8	9,6	10

## Anexo 20. Número de agallas en las plantas de babaco.

Tabla 30. Número de agallas a los 60 días de la inoculación.

Tratamientos	Repeticiones.			
	I	II	III	IV
AP1	4	3	3	5
AP2	2	5	3	1
AP3	3	2	4	5
AP4	0	5	3	4
CP1	0	0	0	0
CP2	0	0	0	0
CP3	0	0	0	0
CP4	0	0	0	0
HP1	0	0	0	0
HP2	0	0	0	0
HP3	0	0	0	0
HP4	0	0	0	0
LP1	0	0	0	0
LP2	0	0	0	0
LP3	0	0	0	0
LP4	0	0	0	0
T	58	49	61	47

## Anexo 21. Microbiología del suelo inicial y a los 60 días.



### UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES LABORATORIO DE SANIDAD VEGETAL

#### CONSOLIDADO DE RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS INICIAL Y FINAL DE CADA TRATAMIENTO POR GRAMO DE SUELO

<b>TESISTA:</b> Ing. Bolívar Cueva Cueva.	<b>PROVINCIA:</b> Loja.	<b>MUESTRAS:</b> 17
<b>MÉTODO:</b> Aislamiento en PDA, en AN y agar Almidón amoniacal.		

Tratamientos	Bacterias	Actinomicetos	Hongos	Totales
Inicial	5 166 667	6 666 667	1 933 667	13 800 001
1 A1B	12 800 000	7 866 667	766 667	21 433 333
2 A2B	42 933 333	20 000 000	1 033 333	63 966 667
3 A3B	10 533 333	14 266 667	1 700 000	26 500 000
4 A4B	12 000 000	20 000 000	2 300 000	34 300 000
5 C1B	16 266 667	11 600 000	4 066 667	31 933 333
6 C2B	10 933 333	40 400 000	700 000	52 033 333
7 C3B	21 600 000	20 000 000	1 066 667	42 666 667
8 C4B	12 400 000	27 200 000	1 400 000	41 000 000
9 H1B	9 833 333	24 000 000	900 000	34 733 333
10 H2B	12 000 000	32 133 333	500 000	44 633 333
11 H3B	11 866 667	20 933 333	566 667	33 366 667
12 H4B	8 700 000	26 533 333	600 000	35 833 333
13 L1B	17 300 000	29 066 667	966 667	47 333 333
14 L2B	15 333 333	31 866 667	1 033 333	48 233 333
15 L3B	12 900 000	20 800 000	600 000	34 300 000
16 L4B	10 733 333	22 666 667	466 667	33 866 667
17 Testigo	16 933 333	22 666 667	1 200 000	40 800 000

Fuente: Informe de resultados de análisis microbiológico. Laboratorio Sanidad Vegetal Universidad Nacional de Loja, Ecuador, 04 de diciembre de 2015.


OBSERVACIÓN: El cuadro consolidado de resultados se ha elaborado en base a los informes de los resultados de análisis microbiológicos referidos para cada muestra (17 incluido testigo), los mismos que fueron emitidos con fecha 04 de diciembre de 2015, cuyas copias reposan en los archivos del Laboratorio de Sanidad Vegetal.

Loja, 04 de diciembre de 2015

  
Ing. Tulio Solano Castillo M.

**RESPONSABLE SECCIÓN  
FITOPATOLOGÍA**



  
Ing. Jeanel Ruiz Toledo  
**PROFESIONAL LABORATORIO**

## ANEXO 22. Análisis de contenido de sustancias de las especies repelentes



# Plantsphere Laboratories

### Resultados de Análisis de Laboratorio

No. PSL-522 DETERMINACION DE ácido  $\alpha$ - terthienyl

**Fecha ingreso muestra:** 07/01/2016  
**Orden de trabajo:** psl522  
**Solicitado por:** Ing. Bolívar Cueva  
**Lote de producción:** no determinado  
**Método de Lab:** Espectrofotometría  
**Producto Analizado:** Raíces de plantas

**Fecha laboratorio:** 09/02/2016  
**Factura No.:** 3081  
**Responsable:** Ing. Bolívar Cueva  
**Localización:** Loja  
**Técnicas Moleculares:** varias  
**Estado de Material:** raíces frescas

### RESULTADOS

#### 1. MUESTRAS ANALIZADAS

ITEM	Nombre Científico	Nombre Común
Muestra 1	<i>Tagetes erecta</i> L.	Ayarrosa
Muestra 2	<i>Calendula officinalis</i> L.	Caléndula
Muestra 3	<i>Tagetes tenuiflora</i> Kunth.	Chinchil
Muestra 4	<i>Lupinus albus</i> L.	Chocho

#### DETERMINACION DE $\alpha$ - terthienyl

Muestra	Producto Testeado	Concentración mg/g	Estado	Método
1	$\alpha$ - terthienyl	41,7 $\pm$ 0.5	Solido*	Espectrofotometría PSL-2983
2	$\alpha$ - terthienyl	22,2 $\pm$ 0.3	Solido	Espectrofotometría PSL-2983
3	$\alpha$ - terthienyl	35,8 $\pm$ 0.8	Solido	Espectrofotometría PSL-2983
4	Saponinas**	3.8 $\pm$ 0.2	Solido	Espectrofotometría PSL-2999

\*raíz seca. \*\* saponinas totales.

Dr. Carlos Falconi Borja PhD  
LABORATORIOS  
[drfalconi-labs@biosoftware.de](mailto:drfalconi-labs@biosoftware.de)  
[www.bdkie.eu](http://www.bdkie.eu)  
0999796977-0988087239-6023531