

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**CONTROL DE *Meloidogyne* spp (NEMATODO DEL NÓDULO) EN EL
CULTIVO CAFÉ DURANTE LA ETAPA DE VIVERO, EMPLEANDO
PRODUCTOS NEMATÓXICOS**

Tesis

**Para optar el título de:
INGENIERO AGRÓNOMO**

PRESENTADO POR:

ZEGARRA MAÍZ ALFREDO ROBINSON

Asesor:

CABEZAS HUAYLLAS, OSCAR ESMAEL

TINGO MARÍA – PERÚ

2022



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María
FACULTAD DE AGRONOMÍA



Km 1.21 carretera Tingo María. Telf. (062) 561136 E.mail: fagro@unas.edu.pe.

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

N° 018-2022-FA-UNAS

BACHILLER : ALFREDO ROBINSON ZEGARRA MAIZ

TÍTULO : "Control del nemátodo del nódulo (*Meloidogyne* spp.) en el cultivo café durante la etapa de vivero, empleando productos nematóxicos"

JURADO CALIFICADOR

PRESIDENTE : M.Sc. MIGUEL EDUARDO ANTEPARRA PAREDES
VOCAL : M.Sc. JOSÉ LUIS GIL BACILIO
VOCAL : M.Sc. GIANNFRANCO EGOAVIL JUMP
ASESOR : Ing. OSCAR ESMAEL CABEZAS HUAYLLAS

FECHA DE SUSTENTACIÓN : 14 de noviembre, 2022

HORA DE SUSTENTACIÓN : 08:00 P.M.

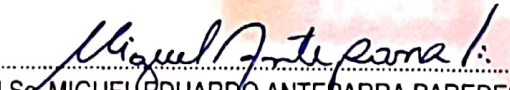
LUGAR DE SUSTENTACIÓN : SALA AUDIOVISUAL- FACULTAD DE AGRONOMÍA

CALIFICATIVO : MUY BUENO

RESULTADO : APROBADO

OBSERVACIONES A LA TESIS : Las observaciones y recomendaciones serán dadas durante la sustentación.

TINGO MARÍA, 15 DE NOVIEMBRE DE 2022


M.Sc. MIGUEL EDUARDO ANTEPARRA PAREDES
PRESIDENTE


M.Sc. JOSÉ LUIS GIL BACILIO
VOCAL


M.Sc. GIANNFRANCO EGOAVIL JUMP
VOCAL


Ing. OSCAR ESMAEL CABEZAS HUAYLLAS
ASESOR



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL
(RIDUNAS)

Correo: repositorio@unas.edu.pe



“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 063 - 2023 - CS-RIDUNAS

El Coordinador de la Oficina de Repositorio Institucional Digital de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El trabajo de investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Facultad:


Facultad de Agronomía

Tipo de documento:

Tesis	X	Trabajo de investigación	
-------	---	--------------------------	--

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
CONTROL DEL NEMATODO DEL NÓDULO (<i>Meloidogyne</i> spp.) EN EL CULTIVO CAFÉ DURANTE LA ETAPA DE VIVERO, EMPLEANDO PRODUCTOS NEMATÓXICOS	ZEGARRA MAÍZ ALFREDO ROBINSON	20% Veinte

Tingo María, 31 de marzo de 2023


Mg. Ing. García Villegas, Christian
Coordinador del Repositorio Institucional
Digital (RIDUNAS)

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DE TÍTULO

Universidad	: Universidad Nacional Agraria de la Selva
Facultad	: Facultad de Agronomía
Título de Tesis	: Control de <i>Meloidogyne</i> spp (Nematodo del nódulo) en el cultivo café durante la etapa de vivero, empleando productos nematódicos
Autor	: Bach. Alfredo Robinson, Zegarra Maíz
DNI	: 77283107
Correo electrónico	: alfredo.zegarra@unas.edu.pe
Asesor	: Ing. Cabezas Huayllas, Oscar Esmael
Escuela Profesional	: Agronomía
Programa de Investigación	: Cultivos Tropicales / Fitosanidad
Línea (s) de Investigación	: Desarrollar ensayos de eficacia de pesticidas en el control de fitopatógenos e insectos plagas
Eje temático de investigación	: Control de enfermedades en plantas
Lugar de Ejecución	: Vivero del laboratorio de fitopatología de la UNAS
Duración del trabajo	: 9 meses
Fecha de Inicio	: Diciembre de 2018
Término	: Agosto de 2019
Financiamiento	: NO
FEDU	: NO
Propio	: SI
Otros	: NO

Tingo María - Perú – Mayo, 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**CONTROL DE *Meloidogyne* spp (NEMATODO DEL NÓDULO) EN EL
CULTIVO CAFÉ DURANTE LA ETAPA DE VIVERO, EMPLEANDO
PRODUCTOS NEMATÓXICOS**

Autor	: Alfredo Robinson, Zegarra Maíz
Asesor	: Ing. Oscar E., Cabezas Huayllas
Programa de investigación	: Cultivos Tropicales / Fitosanidad
Línea de investigación	: Desarrollar ensayos de eficacia de pesticidas en el control de fitopatógenos e insectos plagas
Eje temático	: Control de enfermedades en plantas
Lugar de ejecución	: Vivero del laboratorio de fitopatología de la UNAS
Duración del trabajo	: 9 meses
Financiamiento	: NO

Tingo María – Perú, 2023

DEDICATORIA

A Dios, por darme la vida; un regalo invaluable, y que gracias a su presencia me ayuda a salir adelante, me da fuerzas cuando más lo necesito y cuida mis pasos como la de mi familia.

A mi querida madre CARMEN MAÍZ ZEVALLOS y mi querido padre ROY H. ZEGARRA CÓRDOVA, por ser un gran ejemplo que me impulsan a cumplir mis sueños y que día a día me brindan su amor, cariño y apoyo para seguir adelante en mi formación académica y profesional.

A mis queridos hermanos RICHARD, WALDIR y GERALDINE, que son muy importantes para mí brindándome su apoyo y cariño a cada momento de mi vida, dándome ánimos para seguir adelante y cumplir con mis metas profesionales.

AGRADECIMIENTOS

- A Dios por estar conmigo en cada momento, brindándome su amor infinito, y dándome valor para seguir adelante en los momentos más difíciles de mi vida.
- A mis padres, quienes siempre están pendientes de mí apoyándome, para que cada día me supere.
- A mi Alma Mater, Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María, por acogerme y darme la oportunidad de desarrollarme profesionalmente en sus aulas con la ayuda de sus sabios docentes.
- Al Ingeniero Oscar E. Cabezas Huayllas, por su abnegada colaboración, la confianza que me dio, y por brindarme sus consejos para la culminación exitosamente este trabajo.
- Al técnico de laboratorio el Sr. Michel Abendaño Rubio, por su apoyo en el laboratorio de fitopatología.
- A los docentes de la Facultad de Agronomía por transmitirme sus sabias enseñanzas y valores que contribuyeron en mi formación profesional.
- A todas aquellas personas que, de una u otra forma, colaboraron o participaron en la realización de este trabajo de investigación, hago extensivo mi más sincero agradecimiento.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Marco teórico.....	3
2.1.1. Generalidades del café.....	3
2.1.2. Café en el Perú.....	3
2.1.3. Cultivo de café.....	3
2.1.3.1. Taxonomía del café.....	3
2.1.3.2. Descripción morfológica del café.....	4
2.1.3.3. Manejo del semillero y vivero para plántulas de café	6
2.1.4. Nematodo causante del nódulo de la raíz	7
2.1.4.1. Clasificación Taxonómica	8
2.1.4.2. Morfología	8
2.1.4.3. Ciclo biológico.....	9
2.1.4.4. Características de ataque y daños a la planta.....	11
2.1.4.5. Factores que influyen en el desarrollo de los nematodos	12
2.1.5. Extracción de nematodos.....	12
2.1.5.1. Extracción de nematodos de las raíces	13
2.1.5.2. Extracción de nematodos del suelo.....	13
2.1.6. Métodos de control contra <i>Meloidogyne</i> spp.....	13
2.1.6.1. Aplicación de estiércol	14
2.1.6.2. Aplicación de extractos vegetales.....	14
2.1.6.3. Control biológico.....	15
2.1.6.4. Control químico.....	16
2.2. Estado del arte.....	17
III. MATERIALES Y MÉTODOS	19
3.1. Lugar de ejecución.....	19
3.2. Materiales y equipos	19
3.2.1. Materiales, herramientas e insumos.....	19
3.2.2. Equipos	19

3.3.	Diseño experimental	19
3.3.1.	Componentes en estudio	19
3.3.2.	Tratamientos en estudio	20
3.3.3.	Diseño estadístico	20
3.3.3.1.	Modelo estadístico	21
3.3.4.	Variables independientes	21
3.3.5.	Variables dependientes	21
3.4.	Metodología.....	21
3.4.1.	Obtención y germinación de las semillas	21
3.4.2.	Esterilización de sustrato y trasplante a vivero.....	21
3.4.3.	Obtención del inóculo.....	22
3.4.4.	Cálculo de la concentración de inóculo	22
3.4.5.	Inoculación de huevos y J_2	22
3.4.6.	Aplicación de los tratamientos.....	22
3.5.	Parámetros evaluados	23
3.5.1.	Aspectos patogénicos de <i>Meloidogyne</i> spp.	23
3.5.2.	Aspectos biométricos en plántulas de café	24
3.5.3.	Aspectos de rentabilidad de la aplicación de tratamientos	25
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
4.1.	Efecto de los tratamientos en aplicación preventiva y curativa en aspectos patogénicos de <i>Meloidogyne</i> spp.	26
4.1.1.	Número de nódulos en la raíz	26
4.1.2.	Población final	32
4.2.	Efecto de <i>Meloidogyne</i> spp en aspectos biométricos de plántulas de café por la aplicación preventiva y curativa de los tratamientos	37
4.2.1.	Altura de planta.....	37
4.2.2.	Diámetro del tallo	40
4.2.3.	Peso fresco	42
4.2.4.	Peso seco.....	45
4.3.	Efecto de los tratamientos en aplicación curativa bajo tres frecuencias en aspectos patogénicos de <i>Meloidogyne</i> spp.	47
4.3.1.	Número de nódulos, población final y tasa de reproducción.....	47

4.4.	Efecto de <i>Meloidogyne</i> spp en aspectos biométricos de plántulas de café por la aplicación curativa bajo tres frecuencias de los tratamientos.....	52
4.4.1.	Altura de planta y diámetro del tallo	52
4.4.2.	Peso fresco y peso seco.....	55
4.5.	Costos de aplicación de los tratamientos en la producción de plántulas de café Catimor.....	58
V.	CONCLUSIONES	60
VI.	PROPUESTAS A FUTURO.....	61
VII.	REFERENCIAS.....	62
	ANEXOS	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Descripción de los tratamientos en estudio.	20
2. Escala de evaluación empleada por el Proyecto Internacional de <i>Meloidogyne</i> (PIM)	23
3. Efecto en el número de nódulos en plántulas de café bajo la aplicación de productos nematódicos en forma preventiva y curativa.	30
4. Población final de nematodos en plántulas de café bajo la aplicación de productos nematódicos en forma preventiva y curativa.	35
5. Efecto en la altura de plántulas de café bajo la aplicación de productos nematódicos en forma preventiva y curativa.	39
6. Efecto en el diámetro del tallo bajo la aplicación de productos nematódicos en forma preventiva y curativa.	41
7. Efecto en el peso fresco de plántulas de café bajo la aplicación de productos nematódicos en forma preventiva y curativa.	44
8. Efecto en el peso seco de plántulas de café bajo la aplicación de productos nematódicos en forma preventiva y curativa.	46
9. Efecto en el número de nódulos, población final y tasa de reproducción en plántulas de café bajo tres frecuencias de aplicación de los tratamientos en forma curativa.	51
10. Efecto en la altura, diámetro del tallo, peso fresco total y peso seco total de plántulas de café bajo tres frecuencias de aplicación de los tratamientos en forma curativa.	57
11. Análisis económico de la comparación de costos de producción para cada tratamiento en estudio.	59
12. Datos reales de evaluación de plantas de café en vivero, luego de 30 días de aplicados los tratamientos en forma preventiva.	71
13. Datos reales de evaluación de plantas de café en vivero, luego de 60 días de aplicados los tratamientos en forma preventiva.	74
14. Datos reales de evaluación de plantas de café en vivero, luego de 90 días de aplicados los tratamientos en forma preventiva.	77
15. Datos reales de evaluación de plantas de café en vivero, luego de 30 días de aplicados los tratamientos en forma curativa.	80

16. Datos reales de evaluación de plantas de café en vivero, luego de 60 días de aplicados los tratamientos en forma curativa.	83
17. Datos reales de evaluación de plantas de café en vivero, luego de 90 días de aplicados los tratamientos en forma curativa.	86
18. Datos reales de evaluación de plantas de café en vivero tratadas en forma curativa bajo tres frecuencias de aplicación.	89
19. Análisis de varianza del número de nódulos en la raíz de plantas inoculadas con <i>Meloidogyne</i> spp y tratadas con productos comerciales de manera preventiva 30 días después de la inoculación.....	92
20. Análisis de varianza del número de nódulos en la raíz de plantas inoculadas con <i>Meloidogyne</i> spp y tratadas con productos comerciales de manera preventiva 60 días después de la inoculación.....	92
21. Análisis de varianza del número de nódulos en la raíz de plantas inoculadas con <i>Meloidogyne</i> spp y tratadas con productos comerciales de manera preventiva 90 días después de la inoculación.....	92
22. Análisis de varianza de la población final de <i>Meloidogyne</i> spp en plantas inoculadas y tratadas con productos comerciales de manera preventiva 30 días después de la inoculación.	93
23. Análisis de varianza de la población final de <i>Meloidogyne</i> spp en plantas inoculadas y tratadas con productos comerciales de manera preventiva 60 días después de la inoculación.	93
24. Análisis de varianza de la población final de <i>Meloidogyne</i> spp en plantas inoculadas y tratadas con productos comerciales de manera preventiva 90 días después de la inoculación.	93
25. Análisis de varianza sobre datos de altura de plantas inoculadas con <i>Meloidogyne</i> spp y tratadas con productos comerciales de manera preventiva 30 días después de la inoculación.....	94
26. Análisis de varianza sobre datos de altura de plantas inoculadas con <i>Meloidogyne</i> spp y tratadas con productos comerciales de manera preventiva 60 días después de la inoculación.....	94
27. Análisis de varianza sobre datos de altura de plantas inoculadas con <i>Meloidogyne</i> spp y tratadas con productos comerciales de manera preventiva 90 días después de la inoculación.....	94

28. Análisis de varianza sobre datos de diámetro de plantas inoculadas con <i>Meloidogyne</i> spp y tratadas con productos comerciales de manera preventiva 30 días después de la inoculación.....	95
29. Análisis de varianza sobre datos de diámetro de plantas inoculadas con <i>Meloidogyne</i> spp y tratadas con productos comerciales de manera preventiva 60 días después de la inoculación.....	95
30. Análisis de varianza sobre datos de diámetro de plantas inoculadas con <i>Meloidogyne</i> spp y tratadas con productos comerciales de manera preventiva 90 días después de la inoculación.....	95
31. Análisis de varianza sobre datos de peso fresco de plantas inoculadas con <i>Meloidogyne</i> spp y tratadas con productos comerciales de manera preventiva 30 días después de la inoculación.....	96
32. Análisis de varianza sobre datos de peso fresco de plantas inoculadas con <i>Meloidogyne</i> spp y tratadas con productos comerciales de manera preventiva 60 días después de la inoculación.....	96
33. Análisis de varianza sobre datos de peso fresco de plantas inoculadas con <i>Meloidogyne</i> spp y tratadas con productos comerciales de manera preventiva 90 días después de la inoculación.....	96
34. Análisis de varianza sobre datos de peso seco de plantas inoculadas con <i>Meloidogyne</i> spp y tratadas con productos comerciales de manera preventiva 30 días después de la inoculación.....	97
35. Análisis de varianza sobre datos de peso seco de plantas inoculadas con <i>Meloidogyne</i> spp y tratadas con productos comerciales de manera preventiva 60 días después de la inoculación.....	97
36. Análisis de varianza sobre datos de peso seco de plantas inoculadas con <i>Meloidogyne</i> spp y tratadas con productos comerciales de manera preventiva 90 días después de la inoculación.....	97
37. Análisis de varianza del número de nódulos en la raíz de plantas inoculadas con <i>Meloidogyne</i> spp y tratadas con productos comerciales de manera curativa 30 días después de aplicado los tratamientos.	98
38. Análisis de varianza de número de nódulos en la raíz de plantas inoculadas con <i>Meloidogyne</i> spp y tratadas con productos comerciales de manera curativa 60 días después de aplicado los tratamientos.....	98

39. Análisis de varianza de número de nódulos en la raíz de plantas inoculadas con <i>Meloidogyne</i> spp y tratadas con productos comerciales de manera curativa 90 días después de aplicado los tratamientos.....	98
40. Análisis de varianza en la población final de <i>Meloidogyne</i> spp de plantas inoculadas y tratadas con productos comerciales de manera curativa 30 días después de aplicado los tratamientos.....	99
41. Análisis de varianza en la población final de <i>Meloidogyne</i> spp de plantas inoculadas y tratadas con productos comerciales de manera curativa 60 días después de aplicado los tratamientos.....	99
42. Análisis de varianza en la población final de <i>Meloidogyne</i> spp de plantas inoculadas y tratadas con productos comerciales de manera curativa 90 días después de aplicado los tratamientos.....	99
43. Análisis de varianza sobre datos de altura de plantas inoculadas con <i>Meloidogyne</i> spp y tratadas con productos comerciales de manera curativa 30 días después de aplicado los tratamientos.	100
44. Análisis de varianza sobre datos de altura de plantas inoculadas con <i>Meloidogyne</i> spp y tratadas con productos comerciales de manera curativa 60 días después de aplicado los tratamientos.	100
45. Análisis de varianza sobre datos de altura de plantas inoculadas con <i>Meloidogyne</i> spp y tratadas con productos comerciales de manera curativa 90 días después de aplicado los tratamientos.	100
46. Análisis de varianza sobre datos de diámetro de plantas inoculadas con <i>Meloidogyne</i> spp y tratadas con productos comerciales de manera curativa 30 días después de aplicado los tratamientos.....	101
47. Análisis de varianza sobre datos de diámetro de plantas inoculadas con <i>Meloidogyne</i> spp y tratadas con productos comerciales de manera curativa 60 días después de aplicado los tratamientos.....	101
48. Análisis de varianza sobre datos de diámetro de plantas inoculadas con <i>Meloidogyne</i> spp y tratadas con productos comerciales de manera curativa 90 días después de aplicado los tratamientos.....	101
49. Análisis de varianza sobre datos de peso fresco de plantas inoculadas con <i>Meloidogyne</i> spp y tratadas con productos comerciales de manera curativa 30 días después de aplicado los tratamientos.....	102

50. Análisis de varianza sobre datos de peso fresco de plantas inoculadas con <i>Meloidogyne</i> spp y tratadas con productos comerciales de manera curativa 60 días después de aplicado los tratamientos.....	102
51. Análisis de varianza sobre datos de peso fresco de plantas inoculadas con <i>Meloidogyne</i> spp y tratadas con productos comerciales de manera curativa 90 días después de aplicado los tratamientos.....	102
52. Análisis de varianza sobre datos de peso seco de plantas inoculadas con <i>Meloidogyne</i> spp y tratadas con productos comerciales de manera curativa 30 días después de aplicado los tratamientos.....	103
53. Análisis de varianza sobre datos de peso seco de plantas inoculadas con <i>Meloidogyne</i> spp y tratadas con productos comerciales de manera curativa 60 días después de aplicado los tratamientos.....	103
54. Análisis de varianza sobre datos de peso seco de plantas inoculadas con <i>Meloidogyne</i> spp y tratadas con productos comerciales de manera curativa 90 días después de aplicado los tratamientos.....	103
55. Análisis de varianza de número de nódulos de plantas inoculadas con <i>Meloidogyne</i> spp y tratadas con productos comerciales con tres aplicaciones de manera curativa.	104
56. Análisis de varianza en la población final de <i>Meloidogyne</i> spp de plantas inoculadas y tratadas con productos comerciales con tres aplicaciones de manera curativa.	104
57. Análisis de varianza en la tasa de reproducción de <i>Meloidogyne</i> spp de plantas inoculadas y tratadas con productos comerciales con tres aplicaciones de manera curativa.	104
58. Análisis de varianza sobre datos de altura de plantas inoculadas con <i>Meloidogyne</i> spp y tratadas con productos comerciales con tres aplicaciones de manera curativa...	105
59. Análisis de varianza sobre datos de diámetro de plantas inoculadas con <i>Meloidogyne</i> spp y tratadas con productos comerciales con tres aplicaciones de manera curativa.	105
60. Análisis de varianza sobre datos de peso fresco de plantas inoculadas con <i>Meloidogyne</i> spp y tratadas con productos comerciales con tres aplicaciones de manera curativa.	105

61. Análisis de varianza sobre datos de peso seco de plantas inoculadas con <i>Meloidogyne</i> spp y tratadas con productos comerciales con tres aplicaciones de manera curativa.	106
62. Costos de producción de plántones de café para 1 ha. (4 meses).....	106
63. Costo de sustrato y productos usados para los ensayos en estudio.	107

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Ciclo de vida de <i>Meloidogyne</i> spp..	11
2. Grados de nodulación según la escala propuesta por el Proyecto Internacional de <i>Meloidogyne</i> (PIM) de plantas de café luego de 90 días después de la inoculación de nematodos, aplicado los tratamientos en forma preventiva.....	31
3. Grados de nodulación según la escala propuesta por el Proyecto Internacional de <i>Meloidogyne</i> (PIM) de plantas de café, luego de 90 días después de aplicado los tratamientos de manera curativa.....	31
4. Tasa de reproducción de nematodos <i>Meloidogyne</i> spp obtenido después de 90 días de aplicación de productos en forma preventiva.....	36
5. Tasa de reproducción de nematodos <i>Meloidogyne</i> spp obtenido después de 90 días de aplicación de productos en forma curativa.....	36
6. Número de nódulos en los tratamientos T ₄ (Paecilomyces) - A y T ₅ (Trichoderma) - en forma curativa con tres frecuencias de aplicación.....	49
7. Número de nódulos en los tratamientos T ₂ (Testigo: con nematodos) - A, T ₈ (Nemathor) - B, T ₉ (Releaf) - C y T ₁₂ (Carbofurán) – D, aplicado con tres frecuencias en forma curativa.....	49
8. Raíces de los tratamientos T ₁ (Testigo: sin nematodos) - A, T ₃ (Gallinaza) - B, T ₁₀ (Oxamyl) - C y T ₁₁ (Diazinon) - D, tratadas de manera curativa bajo tres frecuencias.....	50
9. Grado de nodulación según la escala propuesta por el Proyecto Internacional de <i>Meloidogyne</i> (PIM) de plantas de café, con tres frecuencias de aplicación de los tratamientos en forma curativa.....	52
10. Altura de planta y diámetro del tallo entre el tratamiento T ₂ (Testigo: con nematodos) y T ₁ (Testigo: sin nematodos).....	53
11. Altura y diámetro del tallo de los tratamientos: T ₁ (Testigo: sin nematodos), T ₃ (Gallinaza), T ₁₀ (Oxamyl) y T ₁₁ (Diazinon), de plantas tratadas en forma curativa con tres frecuencias de aplicación.....	54
12. Altura y diámetro del tallo de los tratamientos: T ₂ (Testigo: con nematodos), T ₉ (Releaf), T ₈ (Nemathor) y T ₁₂ (Carbofurán), de plantas tratadas en forma curativa con tres frecuencias de aplicación.....	54

13. Colección de raíces noduladas y conteo de nematodos.....	107
14. Esterilización de sustrato y germinación de semillas de café.....	108
15. Cálculo de concentración de inóculo.	108
16. Medición de altura de planta de café.....	109
17. Extracción de nematodos mediante el método de la bandeja.	109
18. Lavado de raíces para determinar el grado de nodulación.	110
19. Visita del miembro del jurado de tesis.	110

RESUMEN

El estudio de 10 productos nematódicos (Gallinaza, *P. lilacinus*, *Trichoderma* spp, Hunter, Elenquo, Nemathor, Releaf, Oxamyl, Diamond y Carbofurán) para evaluar la eficiencia sobre el comportamiento y reproducción de *Meloidogyne* spp se desarrolló bajo condiciones de vivero, en plántones de café variedad Catimor 8667, de manera preventiva y curativa (Una sola aplicación y tres frecuencias de aplicación). Las plántulas de café se inocularon con 500 huevos de *Meloidogyne* spp donde los parámetros evaluados fueron aspectos patogénicos del nematodo, aspectos biométricos en los plántones de café y el índice de rentabilidad. Se aplicó el Diseño Completamente al Azar (DCA) con 12 tratamientos, incluyendo los testigos. Los resultados obtenidos muestran que los productos Gallinaza, Oxamyl, Diazinon y Carbofurán aplicados preventivamente, muestran tener los mejores efectos de control para el nematodo del nódulo, donde las plantas tratadas con Diazinon y Carbofurán presentaron toxicidad temporal; mientras que aplicado curativamente destacaron Gallinaza y Oxamyl. Así mismo el mejor beneficio costo se obtiene utilizando el producto a base de Gallinaza tanto en forma preventiva y curativa seguida del Oxamyl las cuales pueden ser incluidas en programas de manejo para el control de este nematodo.

Palabras Clave: Curativa, Extractos vegetales, Inductor de resistencia, Preventiva.

ABSTRACT

The study of ten nematotoxic products (Chicken manure, *P. lilacinus*, *Trichoderma* spp, Hunter, Elenquo, Nemathor, Releaf, Oxamyl, Diamond and Carbofurán) in order to evaluate their efficiency in controlling the behavior and reproduction of *Meloidogyne* spp was carried out under plant nursery conditions with coffee seedlings of the Catimor 8667 variety, in a preventive and curative fashion (Just one application and three application frequencies). The coffee seedlings were inoculated with 500 *Meloidogyne* spp eggs, where the parameters that were evaluated were the pathogenic aspect of the nematode, the biometric aspects of the coffee seedlings and the profitability index. The completely randomized design (CRD; DCA in spanish) was applied with twelve treatments, including the controls. The results that were obtained show that the Chicken manure, Oxamyl, Diazinon and Carbofurán products when applied in a preventative manner, proved to have the best effects on the control of root knot nematodes, while the plants treated with Diazinon and Carbofurán presented temporary toxicity; meanwhile when applied in a curative fashion, Chicken manure and Oxamyl stood out. At the same time, the best benefit-cost was obtained through the use of the product with a base of Chicken manure, as much in the preventative manner as the curative, followed by Oxamyl, thus they can be included in the management programs for the control of this nematode.

Keywords: Curative, Preventative, Resistance inductor, Vegetable extracts.

I. INTRODUCCIÓN

El *Coffea arabica* (Café) a escala mundial es considerado uno de los cultivos más importantes debido a la más alta comercialización, seguida después del petróleo y el aumento en la producción en más de 70 países en vías de desarrollo es impulsado por un aumento en la demanda a escala internacional produciendo divisas al ser un cultivo donde el 95 % de su producción está destinada a la exportación (Sánchez, 2015).

En el Perú, el café es el principal producto de exportación agrícola, donde el 91 % de la producción se encuentra localizada en las regiones de: Junín, San Martín, Cajamarca, Cusco, Amazonas, Huánuco y Pasco, especialmente en los valles interandinos y de la cordillera de los Andes, en su encuentro con la selva peruana (ComexPerú, 2021; Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI], 2020).

La abundancia de plantaciones antiguas no renovadas en la mayoría de regiones productoras de café están haciendo que la incidencia y severidad de plagas y enfermedades sean aún mayor a esto se suma la reducción de la efectividad de los métodos de control lo que conlleva a la reducción de los niveles de productividad, haciendo que estas zonas se vuelvan más susceptibles al ataque de plagas, limitando significativamente la producción sostenible del café, y entre una de ellas se encuentra el nematodo del nódulo que afecta las raíces, causado por varias especies del nematodo *Meloidogyne*. Todas las variedades derivadas de la *C. arabica* son susceptibles a todas las especies de este nematodo, afectando el sistema radicular formando nódulos, produciendo lesiones necróticas, con un pobre crecimiento causando clorosis, defoliación paulatina y debilidad en las plantas.

Las plantas en vivero afectadas por este nematodo pierden valor económico y no es comercializable debido a la apariencia enferma o débil que presentan, por ello se debe evitar trasladar plantas infestadas ya que en campo la población seguirá en constante crecimiento afectando la producción del café.

Por tanto, teniendo en cuenta la problemática generada en la producción sostenible del café, con el presente trabajo se pretende buscar nuevas estrategias de control, con el objeto de producir productos de buena calidad y realizar un programa de control en los sitios donde se detecta su presencia, por lo que se plantea la siguiente hipótesis: que por lo menos un tratamiento en estudio a dosis comercial ejerce un mejor control en la población de nematodos del nódulo.

Objetivo general:

- Evaluar el efecto de la aplicación de productos que contengan propiedades nematódicas para el control de *Meloidogyne* spp (Nematodo del nódulo de la raíz), en el cultivo de café durante la etapa de vivero.

Objetivos específicos:

1. Evaluar el efecto supresor del grado de nodulación de *Meloidogyne* spp en raíces de plántulas de café cv. Catimor 8667, mediante la aplicación de diez productos nematódicos.
2. Evaluar el efecto en las características biométricas de la planta de café cv. Catimor 8667, mediante la aplicación de diez productos nematódicos.
3. Estimar los costos de aplicación de los tratamientos en la producción de plántulas de café cv. Catimor 8667.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Marco teórico

2.1.1. Generalidades del café

El cafeto debido a su importancia económica en la agricultura es la planta más difundida a nivel mundial, se cultiva en muchos países tropicales siendo fuente de divisas en Colombia, Brasil, Perú, Costa Rica, Etiopía y otros, estableciéndose en extensas áreas montañosas y boscosas de África y América (Sánchez, 2015).

El término café es derivado del árabe “Kahwah” (Cauá), el cual trasciende a nosotros por medio del vocablo turco “Kahweh” (Cavé), con significados variados conforme a los idiomas, pero manteniendo su raíz. Este cultivo es fuente de divisas para muchos países en vías de desarrollo en algunos casos más del 80 %, ya que es el segundo producto primario más valioso durante muchos años seguida después del petróleo; brindando trabajo a millones de personas a nivel mundial gracias al cultivo, procesamiento, comercialización, transporte y mercadeo de este cultivo (Jiménez, 2018).

2.1.2. Café en el Perú

El café en el Perú viene siendo el principal producto agrícola de exportación (ComexPerú, 2021) y se ubica en el séptimo lugar de los exportadores de café más importantes en el mundo, con 4,2 millones de sacos durante dicha campaña (Armando, 2019). Se produce en 210 distritos rurales ubicados en 47 provincias de 10 departamentos, el área cultivada abarca 350 000 hectáreas en tres zonas, donde la región más adecuada para los mejores rendimientos de alta calidad es la que se ubica al extremo central oriental de la cordillera de los Andes, en la denominada zona de selva, bajo una ecología tropical (Junta Nacional de Café [JNC], 2020).

El Perú es hoy en día, un referente exportador de granos de café a nivel mundial donde el principal destino viene siendo EE.UU., seguido por Alemania, Colombia, Bélgica, Suecia y Corea del Sur, siendo las regiones con mayor producción de café: Cajamarca, Junín, San Martín y Amazonas (Servicio Nacional de Sanidad Agraria [SENASA], 2021).

2.1.3. Cultivo de café

2.1.3.1. Taxonomía del café

Según Integrated Taxonomic Information System (ITIS, 2018), la clasificación taxonómica del cultivo de café es la siguiente:

Reino : Plantae

Sub reino	:	Viridiplantae
Infra Reino	:	Streptophyta
Super división	:	Embryophyta
División	:	Traqueophyta
Sub división	:	Spermatophytina
Clase	:	Magnoliopsida
Super orden	:	Asteranae
Orden	:	Gentianales
Familia	:	Rubiaceae
Género	:	Coffea L.
Especie	:	<i>C. arabica</i> L.

2.1.3.2. Descripción morfológica del café

a. Sistema radical

Es un órgano de gran importancia; la planta a través de ella tomará agua y nutrientes que necesita, almacenando en ella sustancias que luego alimentarán a las hojas y frutos siendo vitales para su crecimiento y reproducción. El cafeto presenta una raíz principal que penetra en el suelo profundidades de hasta 50 cm. De ella salen otras raíces gruesas que se expanden lateralmente sirviendo de soporte a raíces finas o absorbentes, conocidas como raicillas, las cuales son muy superficiales que se encargan de tomar el agua y los nutrientes minerales. La mitad y un poco más de estas raicillas se encuentran en los 10 primeros cm de profundidad del suelo y el 86 % en los primeros 30 cm (Marin, 2020).

b. Hojas

Las hojas son el órgano de la planta donde se lleva a cabo la fotosíntesis y respiración. La fotosíntesis se realiza tomando el CO₂ del aire la cual se combina con el agua absorbida del suelo y forma azúcares, donde es necesaria la presencia de la luz solar y de la clorofila (Pigmento verde) de las hojas para que ocurra este proceso. El tamaño de la lámina foliar generalmente va desde 12 a 24 cm de longitud por 5 a 12 cm de ancho, de forma elíptica o lanceolada, que puede variar de acuerdo con las condiciones de sombra regulada y a la exposición solar que se le da (Sotomayor, 1993).

c. Ramas

Las ramas primarias son muy importantes ya que si éstas llegan a perderse debido a plagas, enfermedades o daños físicos no llegan a renovarse, perdiendo el cafeto la zona de producción de frutos. Mientras que, cuando las ramas secundarias y el tronco

sufren algún daño ellas si pueden renovarse gracias a las yemas vegetativas que están en los nudos de las ramas localizadas en estado latente junto al punto de inserción de las hojas con las ramas principales (Sotomayor, 1993).

d. Flores

Las flores darán inicio a la formación frutos; ya que sin la presencia de flores no habrá cosecha. En el café las flores aparecerán en los nudos de las ramas, en la base de las hojas, agrupándose en 4 o más, sobre un tallo muy pequeño llamado glomérulo. El proceso de formación de flores dura de 4 a 5 meses y el número de flores dependerá de la cantidad de nudos que se forman en cada rama, durante este proceso puede ocurrir la autofecundación si recibe el polen de la misma flor, en el cafeto la autofecundación es superior al 90 % (Marin, 2020).

e. Fruto

Cuando se produce la fecundación de las flores, se desarrolla el cigoto. El fruto empieza a crecer y al cabo de 6 semanas aproximadamente alcanza su tamaño definitivo. El fruto de café luego de 32 semanas (224 días después de la floración) alcanza su madurez completa siendo una drupa elipsoidal que tiene la particularidad de caer fácilmente, está formada por el epicarpio o epidermis, el mesocarpio o pulpa, el endocarpio o pergamino y el endospermo o semilla (Sotomayor, 1993).

f. Semilla

El principal componente es el endospermo, ya que el embrión que está en la parte basal es muy pequeño. El endospermo es coriáceo, verdoso o amarillento está cubierto por una capa muy delgada conocida como película plateada y ésta a su vez está protegida por el pergamino. El embrión de una semilla mide de 1 a 2 mm, consta de un hipocótilo y de 2 cotiledones yuxtapuestos midiendo de 2 a 5 mm de largo. Cuando ocurre la germinación del embrión es la radícula quien brota primero penetrando el suelo produciendo raicillas. El hipocótilo, al crecer, levanta los cotiledones envueltos por el pergamino, la película plateada y los restos del endospermo duro que posteriormente se degenerarán. Al desaparecer las envolturas cotiledonales, los cotiledones se extienden horizontalmente y entre ellos se desarrolla la plúmula, el cual es un tallo tierno que luego será el tallo maduro y el tallo restante (Alvarado y Rojas, 2007).

2.1.3.3. Manejo del semillero y vivero para plántulas de café

a. Selección de semillas

Se deben seleccionar plantas de donde se obtendrá la semilla teniendo en cuenta las características físicas y la producción de los cafetos ya que de ella dependerá en gran parte el futuro del nuevo cafetal (Sotomayor y Duicela, 1988).

b. Semillero o germinador

El germinador es el medio utilizado para que la semilla de café emerja y alcance el desarrollo necesario para ser trasplantada al vivero, donde ésta permanecerá entre 50 y 75 días antes del trasplante (Ordoñez, 2015). Las dimensiones para el germinador deben ser de 10 cm de altura y de 1 a 1,20 m de ancho, el largo dependerá de la semilla a sembrar como máximo 10 m (Heredia, 2011).

El sustrato más recomendable es arena de río, ya que tiene un buen drenaje disminuyendo la presencia de enfermedades producidas por hongos. El tratamiento del sustrato se puede hacer con agua hirviendo aplicando un galón de agua/m² de semillero. La siembra más recomendable es en surcos de 2 cm de profundidad y 5 cm de separación, haciendo una buena distribución evitando colocar una semilla sobre otra (Ordoñez, 2015).

El semillero debe cubrirse con hojas anchas éstas pueden ser de palma, plátano, u otros. La cual servirá para mantener la humedad y temperatura evitando el crecimiento de malas hierbas, así como descubrir la semilla a causa del golpeteo de la lluvia o riego (Sotomayor, 1993).

Las plántulas al tener sus dos hojas cotiledonales completamente abiertas, es momento de iniciar la fase de almácigo. Para realizar una buena selección al momento de trasplante a bolsa no debe hacerse en estado de fósforo ya que esta etapa las plántulas aún son susceptibles al ataque de *Rhizoctonia solani*, lo que implica realizar múltiples resiembras (Gaitán et al., 2011).

c. Vivero

El trasplante al vivero consiste en trasladar las plántulas provenientes del semillero y sembrarlas en las bolsas plásticas a la misma altura o profundidad que estaban en el semillero. Para tener una adecuada humedad en el sustrato lo recomendable es realizar 3 ó 4 riegos por semana dependiendo de las condiciones ambientales del lugar (Sotomayor y Duicela, 1988).

La raíz debe tener un crecimiento normal y si esta llega a tocar el fondo de la bolsa se empieza a doblar en forma de “L” la cual es conocida como “Cola de marrano”, que en plantas futuras tendrá efectos negativos como en el anclaje y absorción de nutrientes, causando raquitismo, y posiblemente un incremento a la sensibilidad de la planta a sequías (Gaitán et al., 2011).

En el almácigo el tamaño de bolsas estará en función del clima del lugar y del tiempo que la planta permanecerá en vivero, el cual para un periodo máximo de 9 meses se puede utilizar tamaños de 15,2 cm x 20,32 cm y de 13,97 cm x 16,51 cm. Cuando la planta de café presente 6 pares de hojas verdaderas o tengan 4 ó 5 meses de edad se realiza la siembra en campo definitivo (Heredia, 2011).

2.1.4. Nematodo causante del nódulo de la raíz

Los nematodos formadores del nódulo de la raíz se encuentran en todo el mundo, pero con mayor frecuencia y abundancia en regiones con clima cálido e inviernos cortos y moderados, atacando a más de 2 000 especies de plantas (Agrios, 2010). Así mismo, debilitan el sistema radicular induciendo la formación de nódulos o hinchamientos en las raíces haciendo que la planta no pueda tomar los nutrientes y disminuyendo el valor comercial de ellas (Cuya, 2012).

Su importancia económica como plaga del cafeto ha sido reconocida en las últimas décadas y mediante investigaciones se ha comprobado que son responsables de cuantiosas pérdidas de este cultivo (Araya, 1994).

Las especies de *Meloidogyne* más importantes para el café son: *M. exigua*, *M. incognita* y *M. coffeicola*. En Centro y Sur América la especie *M. exigua*, ha sido identificada como el nematodo más importante en el cultivo de café (Lamberti y Taylor, 1979, como se citó en Urbina y Matus, 2009). Mientras que, la especie *M. coffeicola* ha sido encontrado solo en Brasil y posiblemente en el este de África, lo cual se menciona que en algunos casos es posible encontrar poblaciones mixtas, incluso de las tres especies (Crozzoli, 2015).

El nematodo *Meloidogyne* spp causa pérdidas en rendimiento en el cultivo de café en promedio de 10 – 15 %; pero, bajo ciertas condiciones puede ser hasta de 100 % (Souza y Bressan-Smith, 2008, como se citó en Chaves, 2014). Así mismo, en América Central todas las variedades derivadas de *C. arabica* son muy susceptibles a los nematodos fitoparásitos que se encuentran en los suelos (Villain et al., 1999, como se citó en Chaves, 2014).

La especie *M. exigua* en vivero provoca una reducción en el crecimiento de las plantas de café de 4 y 10 meses de edad en 34 y 35 % respectivamente. De igual manera, afecta el peso seco aéreo de plantas de 7 meses de edad de “Catimor PW” y “Caturra amarillo”

en 57 y 73 % respectivamente a partir de poblaciones iniciales de 32 huevos + J₂/cc de suelo (Crozzoli, 2015). Siendo el período crítico los primeros estados de desarrollo de las plantas en el almácigo donde este nematodo puede establecer su población (Leguizamón, 1990).

2.1.4.1. Clasificación Taxonómica

Según ITIS (2013), la clasificación taxonómica del nematodo del nódulo *Meloidogyne* spp es la siguiente:

Reino : Animalia
 Filo : Nematoda
 Clase : Secernentea
 Orden : Tylenchida
 Familia : Heteroderidae
 Género : *Meloidogyne*
 Especie : *Meloidogyne* spp

2.1.4.2. Morfología

Los huevos de *Meloidogyne* spp se encuentran dentro de una matriz gelatinosa secretada por la hembra y miden aproximadamente de 50 a 100 µm de longitud y de 20 a 50 µm de ancho, presenta una cubierta o cáscara formada por una capa vitelina exterior, una capa quitinosa media y una capa glicolipídica interior, que cumple la función de protegerlos contra condiciones adversas, en particular de la deshidratación (Puertas e Hidalgo, 2009).

Los machos, las hembras y larvas de las especies de *Meloidogyne* tienen estiletes que es utilizado para penetrar las células de las plantas, está conformada por una punta cónica, una columna derecha y tres nódulos, que puede ser sacado a través de músculos adheridos a los nódulos (Taylor y Sasser, 1983).

Las hembras son sedentarias, de color blanco en forma de pera. La longitud media de hembra adulta de las especies de *Meloidogyne* es de 0,44 a 1,3 mm y el ancho entre 0,325 y 0,7 mm. Los huevos depositados por las hembras no permanecen dentro del cuerpo, sino que se depositan en una sustancia gelatinosa segregada por las glándulas rectales, de los cuales emergerán nuevas larvas o juveniles para reiniciar el ciclo de parasitismo, donde cada hembra deposita aproximadamente 500 huevecillos (Taylor y Sasser, 1983; Agrios, 2010).

Los machos no son sedentarios, se tornan vermiformes luego de la última muda, su longitud promedio es de 700 a 2 000 µm que puede variar según las condiciones climáticas que se encuentra, presentando un estilete recto y una estructura cefálica bien

desarrollados (Karssen y Moens, 2006, como se citó en Chaves, 2014). Los machos no se hinchan y su estilete está fuertemente desarrollado con nódulos basales largos. Pueden presentar 1 ó 2 testículos (Jenkins y Taylor, 1967, como se citó en García, 2004).

Los juveniles de la segunda etapa larvaria (J_2), son vermiformes y son infectivos, su tamaño promedio es de 290 a 912 μm que puede variar según la especie. Presentan un estilete delicado y recto, con una región cefálica similar al de los adultos siendo más pequeña y sin estructura esclerotizada, frecuentemente se encuentran libres en el suelo (Puertas e Hidalgo, 2009). El tercer (J_3) y cuarto (J_4) estadio son sedentarios, no presentan estilete y se encuentran hinchados dentro de las raíces (Moens et al., 2009).

2.1.4.3. Ciclo biológico

El ciclo de desarrollo es bastante similar en la mayoría de los nematodos fitoparásitos. Los huevecillos depositados por la hembra se incuban y de ellas se desarrollan los estados juveniles, que tienen la apariencia y estructura semejante al de los nematodos adultos. Los nematodos presentan cuatro etapas juveniles, cada etapa concluye con una muda y en cada una de ellas aumentan su tamaño. La primera muda ocurre cuando el nematodo aún está dentro del huevecillo y se diferencian en hembra y macho luego de la última muda, es ahí cuando las hembras producen huevecillos fértiles luego que se ha apareado con un macho, en algunos casos mediante partenogénesis (En ausencia de macho), o puede producir esperma por sí misma (Agrios, 2010).

El ciclo de vida de las especies de *Meloidogyne*, empieza con el desarrollo del huevo en estado de célula, colocado por la hembra en una masa de huevos, la cual se encuentra parcial o completamente metida en la raíz de una planta susceptible. El huevo empieza a desarrollarse unas horas después de haber sido depositada, resultando en 2 células, 4, 8 y así sucesivamente hasta la formación de una larva completamente con su estilete visible dando origen al primer estado larval. La primera muda se realiza en el huevo para luego pasar al segundo estado larval. La larva en este segundo estado es vermiforme, sale del huevo en busca de raíces para penetrarlas e iniciar su proceso parasítico, siendo el único estadio infeccioso y al encontrar un hospedante susceptible en su entorno, penetra la raíz, se vuelve sedentaria y aumenta su grosor (Agrios, 2010; Villalba et al., 1988).

La larva del segundo estado al encontrar células vegetales alrededor de su cabeza se alimenta de ellas insertando su estilete y secretando saliva, la cual estimula el crecimiento de estas células y licúa parte de su contenido que es succionada por medio de su estilete. Los nódulos se forman en el sitio de alimentación debido a la extensiva hipertrofia e hiperplasia que ocurre en las células de la raíz. Luego ocurre una segunda muda

que da lugar al tercer estadio larvario, donde es similar al segundo estadio larvario diferenciándose por carecer de estilete y ser más gruesa. La tercera etapa larvaria experimenta una tercera muda y se desarrolla la cuarta etapa larvaria, en la que ya es posible distinguirlo como un individuo hembra o macho. El estilete se regenera después del cuarto estadio, una vez iniciada la fase adulta (Agrios, 2010).

El macho de la cuarta etapa larvaria es vermiforme y se enrolla dentro de la tercera cutícula, siendo un parásito sedentario solo durante su desarrollo larvario. Luego pasa por la cuarta y última muda, sale de la raíz ya como macho adulto, para vivir libremente en el suelo. Mientras que, la hembra de la cuarta etapa larvaria sigue creciendo en grosor y un poco más de longitud, formándose el útero y la vagina es ahí donde el patrón perineal se hace visible, luego de pasar por la última muda se desarrolla hasta convertirse en una hembra adulta en forma de pera. La hembra adulta continúa hinchándose, aunque esté fecundada o no por un macho y según la posición que tenga la hembra, los huevecillos serán puestos en el interior o sobre los tejidos de la raíz. El ciclo de vida del nemátodo termina a los 25 días a una temperatura de 27 °C, pero toma más tiempo de acuerdo a la temperatura ya sean altas o bajas (Agrios, 2010; Taylor y Sasser 1983).

En *M. exigua*, se ha observado que el tiempo necesario para cada una de estas fases es como sigue: el desarrollo de huevo en estado de 1 ó 2 células es de 8 días, la formación de la larva (J₁ y J₂) y eclosión dura de 8 a 12 días. La penetración de la larva en segundo estado (J₂) en el tejido hospedante toma 1 a 3 días, el establecimiento y la segunda muda hasta hembra adulta con huevos tarda 29 días (Villalba et al., 1988).

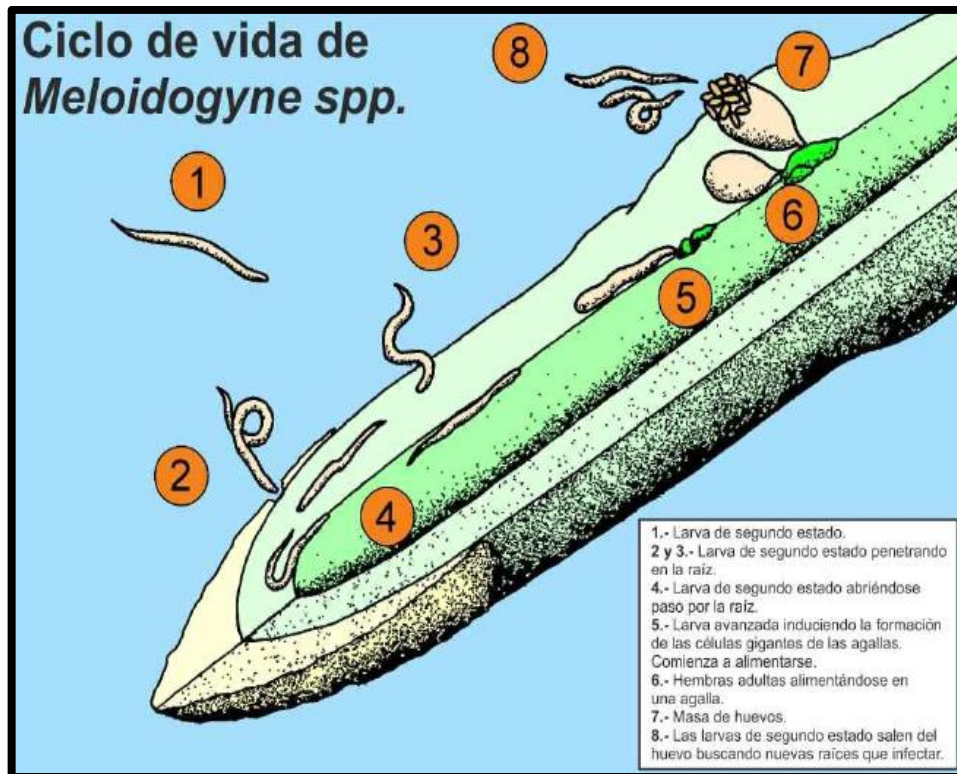


Figura 1. Ciclo de vida de *Meloidogyne* spp.

Fuente: Cuya (2012).

2.1.4.4. Características de ataque y daños a la planta

Las plantas susceptibles infectadas durante la etapa de plántula sufren daños considerables y pueden conducir a la destrucción total del cultivo. La larva del segundo estado larval luego de haber emergido deja la masa de huevos y a través del suelo empieza a moverse buscando una raíz de la que pueda alimentarse. La raíz emana una sustancia el cual hace que el nematodo se traslade hacia la punta radicular que a su vez penetra justamente sobre el caliptra (Taylor y Sasser, 1983; Agrios, 2010).

El daño causado por los nematodos se realiza con la introducción del estilete en el tejido vegetal, donde luego secretan enzimas encargadas de descomponer el contenido celular, es decir, para alimentarse perforan la pared celular, introducen un complejo de enzimas y extraen el contenido del citoplasma que les sirve de alimento. En la zona de ataque esto da lugar a una hipertrofia que son formadas por el agrandamiento de células llamadas sincitos, de igual manera, alrededor de la cabeza de la larva se produce hiperplasia debido a la intensa multiplicación de células vegetales (Taylor y Sasser, 1983).

La planta afectada por la infección de los nematodos presenta en la parte aérea marchitez, clorosis, raquitismo, enanismo, defoliación. En la parte radical se observan nódulos debido a la formación de células gigantes, lesiones necróticas y pobre

crecimiento de las raíces laterales, al atacar las raíces jóvenes afectan la absorción de agua y minerales; en casos donde hay alta severidad y presencia de sequía los cafetos después del estrés se marchitan y mueren (Agrios, 2010; Guzmán et al., 2012).

Las lesiones en las raíces de la planta ocasionada por los nematodos se complican con la invasión de hongos y bacterias en el tejido afectado, provocando una putrefacción general, de la corteza de la raíz y finalmente del cilindro central (Taylor y Sasser, 1983).

2.1.4.5. Factores que influyen en el desarrollo de los nematodos

Los factores ambientales físicos y biológicos del suelo como la temperatura, la humedad, la porosidad del suelo, la disponibilidad de oxígeno y la presencia de toxinas son los responsables de los niveles poblacionales y la duración del ciclo de vida de *Meloidogyne* spp ya que pueden interferir o detener el movimiento, el desarrollo y la eclosión de huevos de los nematodos formadores de nódulos en la raíz (Puertas e Hidalgo, 2009).

Entre los factores de mayor influencia sobre la duración del ciclo de vida de *Meloidogyne* spp está la temperatura, ya que, si se presenta bajas temperaturas, la cantidad de nematodos aumentará lentamente. Por el contrario, cuando hay aumento de temperaturas se reduce la duración del ciclo de vida, haciendo que el número de nematodos se incremente rápidamente, siendo así que cuando la temperatura oscila entre 28 y 30 °C el ciclo de desarrollo dura aproximadamente 3 semanas. La humedad del suelo es el segundo factor más importante y dependerá de la lluvia o el riego, donde en todos los suelos agrícolas que son suficientemente húmedos para el cultivo, hay suficiente humedad para el desarrollo de los nematodos (Taylor y Sasser, 1983).

Las propiedades físicas del suelo que influyen en la actividad del nematodo del nódulo son la porosidad, oxigenación, porcentaje de arena, arcilla y pH. El nematodo *Meloidogyne* spp es más severo en suelos arenosos, que en suelos arcillosos donde su desarrollo y reproducción se ve favorecido a un rango de pH de 4 - 8, relacionando a los suelos alcalinos con el incremento de daños, lo cual puede asociarse con el estrés sufrido por la planta a causa de la salinidad (Erazug y Howard, 1982).

2.1.5. Extracción de nematodos

La extracción de nematodos que son usados de forma rutinaria dependerá de acuerdo con el objetivo del estudio, eficiencia deseada, equipo disponible, condición de la muestra, entre otros; existiendo una gran variedad de métodos para hacerlo. Se debe tener en

cuenta que entre todos los métodos existentes no hay ninguno capaz de retirar el 100 % de los nematodos existentes en la muestra, por lo que se debe elegir el adecuado que presente las menores deficiencias (Esquivel, 2013).

2.1.5.1. Extracción de nematodos de las raíces

a. Método del licuado

El método adecuado para la recuperación de nematodos es la maceración de tejidos afectados en una licuadora. Para ello, se toman aproximadamente 10 g de raíces noduladas que son cortadas en pequeños trozos de 2 a 3 cm de longitud y son depositadas dentro de una licuadora. Se adiciona cierta cantidad de agua hasta que cubra el tejido vegetal más la solución de Hipoclorito de sodio al 0,5 %, la cual se licua a máxima velocidad durante 20 a 60 seg. La mezcla obtenida se vierte sobre un juego de tamices de 100 y 400 mallas y se colecta en un recipiente para su conteo final (Esquivel, 2013; Van Eck et al., 1984).

2.1.5.2. Extracción de nematodos del suelo

a. Método de la bandeja

Es una técnica simple el cual tiene muchas ventajas ya que no es necesario el uso de un equipo sofisticado y se puede utilizar materiales disponibles localmente teniendo la facilidad de adaptarse a situaciones básicas. Para lo cual se pueden utilizar tubos de PVC, bandejas, mallas de plástico y papel absorbente. Se toma una medida de suelo (100 g), luego se coloca papel absorbente (Papel toalla, servilletas de papel, etc.) sobre un tamiz hecho de tubos de plástico que está previamente sobre una bandeja de plástico, asegurarse de que toda la base del tamiz quede completamente cubierta por el papel. Para humedecer la muestra añadir un volumen de agua determinado a las bandejas de extracción, pero sin cubrir el suelo asegurándose de que haya suficiente agua evitando que la muestra se seque, dejando las bandejas de extracción en reposo por un periodo de tiempo determinado de 48 horas si es posible. Los nematodos se desplazarán al agua a través del suelo para su estudio (Coyne et al., 2007).

2.1.6. Métodos de control contra *Meloidogyne* spp

La prevención del ingreso del nemátodo es muy necesaria, ya que una vez que la planta ha sido parasitada es imposible eliminar el nematodo sin destruir también al hospedero, porque la mayoría de los nemátodos ingresan o se diseminan en nuevas áreas a través del movimiento de tierras o plantas infectadas, lo recomendable es optar medidas que

impidan la diseminación de un problema nematológico y evitar el transporte de plantas donde se detecta la presencia de esta plaga (Talavera, 2003).

El uso de enmiendas orgánicas a base de estiércoles, extractos botánicos, el uso de plantas alelopáticas, entre otros y el control biológico surgen como alternativas muy importantes en la sustitución de los nematicidas para el manejo de nematodos fitoparásitos, principalmente *Meloidogyne* spp, siendo así que a través del uso de hongos como *Paecilomyces lilacinus* y *Trichoderma* spp, se han obtenido biopreparados resultando ser eficientes para el control de fitonematodos (Baños et al., 2010).

2.1.6.1. Aplicación de estiércol

El uso de materia o abono orgánico es excelente para el control de nematodos al aumentar los enemigos naturales de los nematodos parásitos y los productos derivados de la descomposición de la materia orgánica como el amoníaco, amonio, nitratos, ácido sulfhídrico, otras sustancias volátiles, ácidos orgánicos y otros, tienen efectos nematicidas o biocidas, que reducen los niveles poblacionales de nematodos en el sitio de acción. Las enmiendas orgánicas tales como el estiércol, compost, tortas oleaginosas y residuos de cultivos pueden controlar patógenos del suelo y resultan ser de fácil aplicación (Armendáriz et al., 2015; Carrasco et al., 2020).

El uso de enmiendas a base de residuos de diversas especies vegetales y estiércol animal han permitido reducir el daño y los niveles poblacionales de *Meloidogyne* en diferentes cultivos hospedantes (Puertas e Hidalgo, 2009). Así mismo, los productos liberados durante la descomposición de la gallinaza como los ácidos grasos, fenoles, gases, etc, disminuyen la población del nematodo teniendo efectos nematicidas (Badua, 1879; Mian y Rodríguez, 1982, como se citó en Poveda, 1990).

2.1.6.2. Aplicación de extractos vegetales

La aplicación de extractos botánicos presenta ciertas ventajas sobre los pesticidas sintéticos, ya que al presentar nuevas sustancias es difícil que las plagas puedan inactivarlos, presentan una menor concentración lo que hace que sean menos tóxicos que los compuestos puros, tienen una biodegradación acelerada y pueden presentar diversos modos de acción, lo que hace que su uso tenga un amplio espectro ya que tienen una acción selectiva en cada especie de plaga (Vinueza et al., 2006).

Las plantas pueden producir dos tipos de compuestos químicos, los metabolitos primarios (Proteínas, glúcidos y lípidos) obtenidos de la fotosíntesis y los metabolitos secundarios, derivados de la asimilación del nitrógeno. Los metabolitos

secundarios, fenólicos, terpénicos y nitrogenados no proteicos (Alcaloides), son fundamentales en los mecanismos de defensa y subsistencia de las plantas, donde muchos de ellos son utilizados en la agricultura en la producción de pesticidas biorracionales mejorando la resistencia al ataque de plagas. Los compuestos alelopáticos liberados por muchas especies vegetales mediante volatilización, exudación de las raíces, o de la disolución y descomposición de las plantas o residuos, resultan ser nematóxicos para varias especies de nematodos fitoparásitos, teniendo acción biocida o interfiriendo en el ciclo de vida de los nematodos (Talavera, 2003).

2.1.6.3. Control biológico

Los microorganismos antagonistas usados en el control biológico reducen directamente los niveles poblacionales de nematodos en el suelo a través de la depredación, parasitismo o antibiosis. Los hongos *Paecilomyces lilacinus*, así como el uso de microorganismos de protección biológica dificultan la penetración, desarrollo y reproducción de los nematodos en el sistema radicular (Talavera y Verdejo, 2015). Para el control de nematodos el hongo que mayormente se ha probado es *P. lilacinus* ya que tiene la capacidad de parasitar huevos y hembras de nematodos, causando deformación y destrucción de ovarios. La masa de huevos que son puestos en colonias y se encuentran sobre la hembra son parasitados por este hongo afectando la masa gelatinosa, es decir, los huevos luego de unos días eclosionan y son afectadas por el hongo causando efectos desastrosos sobre los nematodos, debido a esta acción parasítica existe un control efectivo para las nuevas generaciones y en algunos casos estimula el desarrollo vegetal. Sin embargo, en diversos estudios se registró una reducción en la efectividad del hongo para el control de este nematodo, esto puede estar relacionado con la época de aplicación, ya que el hongo tiene que esperar un tiempo adecuado para establecerse en el suelo y poder actuar, debido a que parasita principalmente huevos de nematodos (Bernal et al., 2002; Ibarra, 1997, como se citó en Romero, 2004).

Los hongos del género *Trichoderma*, en particular *Trichoderma harzianum*, son usados para controlar hongos fitopatógenos, principalmente aquellos que atacan las partes subterráneas de las plantas, ya que producen metabolitos que inhiben el crecimiento de hongos fitopatógenos. Así mismo, se han registrado trabajos sobre el uso potencial de *Trichoderma* spp. en el control de *Meloidogyne* spp, debido a la producción de numerosas enzimas las cuales pueden degradar la capa proteína – quitina que es un compuesto de la capa del huevo de nematodo; además que ejerce un efecto positivo sobre la vigorosidad y sistema radicular de las plantas, aumentando el mecanismo de defensa en ellas (Del Castillo et al., 2014; Suarez et al., 2004).

Los autores Cordero y Acevedo (2000, como se citó en Cedeño, 2005), en un estudio empleando *T. harzianum* como control biológico para los nematodos, mencionan que este hongo debe ser usado como una alternativa dentro del control integrado de plagas para evitar el aumento y mantener las poblaciones de nemátodos por debajo de los rangos económicos y así evitar el uso indiscriminado de productos químicos. Las formulaciones comerciales en su mayoría aún no están disponibles y en campo la aplicación de estos productos no han sido lo suficientemente efectivas, debido a la capacidad tamponadora del suelo haciendo que estos agentes pierdan su efecto. Se han comercializado productos promotores de crecimiento vegetal como efectivos frente a nematodos que solo oculta los síntomas y resiste por un corto periodo de tiempo el ataque causado por nematodos, con estos productos solo se incrementaría las poblaciones en el suelo ya que a mayor masa radicular habrá mayor sitio de alimentación para los nematodos (Talavera y Verdejo, 2015).

2.1.6.4. Control químico

El método que se ha venido utilizando con mayor frecuencia para el control de nematodos es el control químico, ya que son productos que tienen un efecto eficaz sobre varias especies de nematodos que atacan a las plantas, pero, su uso está siendo restringido tal es así que en algunos países está siendo prohibido, debido a que produce efectos letales para la salud humana y en el ambiente causa el deterioro de la capa de ozono (Baños et al., 2010).

Los productos organofosforados y carbamatos afectan a los nematodos penetrando directamente la cutícula e inhiben la acetilcolinesterasa perjudicando la actividad neuromuscular de los nematodos, produciendo efectos narcóticos como también cambios en el movimiento, desorientación o parálisis, afectando la invasión, alimentación y la tasa de reproducción. Los nematodos están protegidos por una cutícula impermeable, por lo que los nematicidas efectivos deben penetrar esta cutícula lipofílica (López, 2002).

Los nematicidas organofosforados y carbamatos que actúan interfiriendo el movimiento y alimentación de los nematodos no necesariamente causan su muerte ya que no dependen de movimientos de la respiración para el intercambio de gases y muchas especies de nematodos tienen la capacidad de sobrevivir sin alimento y bajo condiciones desfavorables durante largos períodos. Siendo así, que los nematodos afectados agotarán sus reservas alimenticias, perderán su infectividad y morirán (Evans y Perry, 1976; Hague, 1979, como se citó en Saire, 2017).

2.2. Estado del arte

Saire (2017), en la búsqueda de un mayor número de opciones para el control de esta plaga evaluó el efecto que tienen diferentes productos sobre el comportamiento y reproducción del nematodo en cultivo de tomate. Para ello, realizó pruebas que tuvieron lugar en el laboratorio de Nematología de la UNALM – Perú, donde evaluó el comportamiento del nematodo en los estadíos de masa de huevos, huevos libres y juveniles; en invernadero se hicieron 3 aplicaciones por ingrediente activo, cada 15 días, donde las Abamectinas a 3,4 y 6,8 mg/maceta/aplicación, Vertimec y Solvigo obtuvieron tasas de reproducción nulas y parámetros de crecimiento similares al Testigo absoluto, y el Tebuconazole a 35,7 mg causó muerte de plántulas, mientras que el Aceite de geraniol y Hunter no inhibieron eficientemente la reproducción del nematodo ni la nodulación.

En una investigación realizada por Bendezú (2017), en el Centro Poblado de Porvenir, Satipo, región Junín, con el objetivo de obtener resultados favorables usó Quinoleína fenólica, *Paecilomyces lilacinus* y estiércol para el control de *Meloidogyne* spp las cuales fueron aplicadas en plantas de café durante la etapa de vivero, los resultados mostraron que *P. lilacinus* obtuvo valores favorables con respecto a los aspectos biométricos de la planta y con 3,233 agallas. Por lo que concluye, que las aplicaciones con este hongo durante la etapa de vivero disminuyen la presencia del nematodo mejorando el aspecto de la planta de café.

Rojas y Salazar (2013), con el objetivo de evaluar el efecto de la densidad de población del nematodo del nódulo sobre el desarrollo de plantas de café en almácigo, realizaron un ensayo en el Centro de Investigaciones en Café (CICAFE), Barva de Heredia, Costa Rica, donde aplicaron poblaciones iniciales (P_i) de 0; 0,125; 0,25; 0,5; 1; 2; 4; 8; 16; 32 y 64 huevos + J_2/cm^3 de sustrato, un mes después del trasplante. El índice de agallas alcanzó el máximo nivel a partir de una P_i de 2, donde llegaron a la conclusión que la densidad crítica es cercana a 0 huevos/ cm^3 de sustrato como población inicial, por lo que el almácigo debe desarrollarse con sustratos libre de nematodos, ya que aún con poblaciones bajas se puede alcanzar la máxima población en corto tiempo.

En una investigación realizada por Farfán (2011), en las instalaciones del laboratorio e invernadero de Nematología de la Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú, para determinar el efecto de diferentes nematódicos sobre el control del nematodo del nódulo se hicieron pruebas in vitro con distintas concentraciones (2 000 ppm, 1 000 ppm y 500 ppm) para establecer su efecto sobre la eclosión, movimiento y sobrevivencia, donde los productos QL Agri, Chandler Check, Nema100, Urpi, *P. lilacynus* y Nemathor afectaron negativamente el comportamiento de la plaga siendo Chandler, Check, y Nema100 similares al testigo químico

(Oxamyl). Así mismo, se hizo pruebas en invernadero en cultivo de tomate, donde los productos Chandler Check y Nema100 disminuyeron la tasa de reproducción del nematodo significativamente a diferencia del testigo químico.

Por otra parte, Requena (2013), en su investigación realizada en el módulo del invernadero de la Estación de Experimentación Agrícola de la Universidad de Murcia (España), con la finalidad de realizar un control biológico del nematodo del nódulo en *Capsicum annuum* probó microorganismos antagonistas del patógeno de manera individual y en combinaciones, donde menciona que el uso de microorganismos aislados ha resultado ser poco efectivo, ya que la combinación de 2 hongos como *P. lilacinus* y *Trichoderma. harzianum* poseen poca persistencia en el suelo. Así mismo, la combinación de 3 antagonistas (*P. lilacinus*, *T. harzianum* y *Bacillus firmus*) resultó que al añadir la bacteria no mejoró la efectividad de la combinación de los 2 hongos antagonistas, pues fue solo del 46,6 %, haciendo que las plantas tengan que ser tratadas repetitivamente.

En cuanto a los estudios realizados por Baños et al. (2010), con el objetivo de reducir los niveles de infestación de *Meloidogyne* spp en el cultivo de tomate en el municipio de Sandino – Cuba, evaluaron el efecto de productos como la gallinaza (2,4 kg/ha), melaza (10 l/ha) y *Trichoderma* spp (9 kg/ha), comparado con un testigo sin tratar, donde se obtuvo una reducción significativa en el grado de infestación al aplicar estos compuestos orgánicos y biológicos, luego de 80 días después del trasplante, siendo así que mostraron un efecto estimulante sobre los parámetros morfológicos, fisiológicos y productivos del cultivo asumiendo que se justifica los gastos de aplicación.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

El presente trabajo se realizó en las instalaciones de vivero del Laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Agronomía, en la Universidad Nacional Agraria de la Selva, localizada en la región Huánuco, provincia de Leoncio Prado, distrito de Rupa – Rupa. La clasificación de esta zona según Holdridge, corresponde a un clima de Bosque Muy Húmedo Tropical (Bmh - T), que tiene las siguientes coordenadas: mE 390606,20; mN 8970348,93 con una altitud de 670 m.s.n.m. Las evaluaciones de las diferentes variables estudiadas fueron realizadas en el Laboratorio de Fitopatología. El tiempo de duración fue de 9 meses desde diciembre 2018 a setiembre 2019.

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Materiales, herramientas e insumos

Para desarrollar el presente trabajo de investigación se emplearon los siguientes materiales y herramientas: clavos, madera, bolsas, plásticos, costales, alambre, bandejas, tamices, wincha, martillo, serrucho, tijera, cuadernos de apunte, plumones, cartulina, lapicero, bisturí, regla.

Los insumos que se utilizaron fueron: raíces de cafeto infestadas con *Meloidogyne* spp, productos nematóxicos, hongos nematófagos, extractos vegetales, inductor de resistencia, tierra agrícola, arena, lejía y semillas de café.

3.2.2. Equipos

Los equipos que se requirieron en el presente trabajo fueron: microscopio, estereoscopio, licuadora, vernier, calculadora, autoclave, balanza, cámara fotográfica, laptop.

3.3. Diseño experimental

3.3.1. Componentes en estudio

a. Material vegetal

- Plantas de *Coffea arabica* variedad catimor 8667.

b. Patógeno

- Huevos + J₂ de *Meloidogyne* spp.

c. Agentes de control

- Son detallados en la Tabla 1.

3.3.2. Tratamientos en estudio

Se evaluó distintos nematocidas a dosis comercial con un nivel de inóculo de 500 huevos + J₂, los productos empleados se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Descripción de los tratamientos en estudio

Clave	Tratamiento	Ingrediente activo y/o composición	Dosis/planta
T ₁	Testigo absoluto	Agua
T ₂	Testigo inoculado	Agua
T ₃	Gallinaza	Estiércol de aves semidescompuesto	100 g
T ₄	Mata nem®	<i>Paecilomyces lilacinus</i>	0,1 %
T ₅	Trichops®	<i>Trichoderma</i> spp	0,25 %
T ₆	Hunter®	Extractos vegetales	0,2 %
T ₇	Elenquo®	Extracto de <i>Quillaja saponaria</i>	0,25 %
T ₈	Nemathor 20L®	Concentrado de Fenoles	0,75 %
T ₉	Releaf®	Ácido salicílico y cofactores enzimáticos	0,5 %
T ₁₀	Vydate®	Oxamyl	0,5 %
T ₁₁	Diamond 60 EC®	Diazinon	0,25 %
T ₁₂	Furadán 4F®	Carbofurán	0,5 %

3.3.3. Diseño estadístico

Se empleó el Diseño Completamente al Azar (DCA), con 12 tratamientos y 12 repeticiones, cada bolsa contenía un plantón y fue considerada una repetición. Los parámetros evaluados fueron sometidas al análisis de variancia y para la comparación de promedios se utilizó la prueba de Duncan con un nivel de significación de $\alpha = 0,05$.

3.3.3.1. Modelo estadístico

El modelo estadístico utilizado en la presente investigación es el siguiente:

$$Y_{ij} = u + T_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Es el j-ésimo plantón a la cual se le aplicó el i-ésimo tratamiento

u = Efecto de la media general

T_i = Efecto del i-ésimo tratamiento de producto nematológico

E_{ij} = Error experimental asociado al j-ésimo plantón del i-ésimo tratamiento

Para:

$i = 1, 2 \dots 12$ productos nematológicos

$j = 1, 2 \dots 12$ repeticiones

3.3.4. Variables independientes

- Nematológicos a dosis comercial

3.3.5. Variables dependientes

- Grado de nodulación
- Población final de nematodos
- Tasa de reproducción de nematodos
- Características biométricas de plantas de café (Altura, diámetro del tallo, peso fresco y seco)

3.4. Metodología

3.4.1. Obtención y germinación de las semillas

Las semillas fueron obtenidas de una parcela con Registro de Productor de Semillas de Café ubicado en selva central de Chanchamayo. Para la germinación de las semillas se usó arena de río, la cual fue esterilizada en la autoclave a 121 °C y 15 libras de presión durante 1 hora. Cada semilla se sembró a un distanciamiento de 5 cm y una profundidad de 2 cm, para finalmente cubrirlo con hojas secas de palma (Ordoñez, 2015).

3.4.2. Esterilización de sustrato y trasplante a vivero

El sustrato fue esterilizado en la autoclave a 121 °C y 15 libras de presión durante 1 hora, para luego ser llenado en bolsas de 6 x 8 pul. Al cabo de 60 días aproximadamente se hizo el trasplante a bolsas de plántulas en estado mariposa teniendo en cuenta la selección, el tamaño y cuidados durante esta etapa.

3.4.3. Obtención del inóculo

Se realizó mediante el método del licuado siguiendo la metodología propuesta por Rojas y Salazar (2013), con modificaciones. Se recolectaron raíces noduladas de plántulas de café y se sumergieron en agua para liberar las partículas de suelo de las raíces, estas raíces se cortaron en pequeños trozos y se colocaron en una licuadora, luego se agregó agua más la adición de hipoclorito de sodio al 0,5 % en cantidades suficientes que cubran a todo el tejido vegetal. Posteriormente, se procedió a licuarlo por 25 - 30 seg a la velocidad más baja, éste licuado se pasó por un set de 4 tamices de 60 mesh, 140 mesh, 325 mesh y 400 mesh de arriba hacia abajo respectivamente. Finalmente, se lavó con abundante agua con la finalidad de hacer pasar los huevos y J₂ de *Meloidogyne* spp por los tres primeros tamices y concentrarlo en el último. Los huevos retenidos en el tamiz de 400 mesh fueron obtenidos mediante lavado con un chorro de agua por detrás del tamiz en un vaso de precipitación.

3.4.4. Cálculo de la concentración de inóculo

La suspensión de huevos y J₂ obtenidos del tamiz de 400 mesh se enrazó a 100 ml. Para el conteo se tomó 5 ml de solución del volumen total (5 alícuotas de 5 ml), la cual fue obtenida previo burbujeo con una pipeta con la finalidad de homogenizarla. La suspensión de 5 ml fue depositada en una placa Petri rayada (Líneas a la medida de la luz de los objetivos del microscopio). Con la ayuda de un microscopio y un contómetro se contabilizó el número de huevos y J₂, que se encontraban entre los espacios de cada línea de la placa Petri, del número encontrado en los 5 ml se extrapoló para obtener la cantidad de huevos y J₂ en el volumen total.

3.4.5. Inoculación de huevos y J₂

Las plántulas de café fueron inoculadas con una solución de 500 huevos + J₂ de *Meloidogyne* spp depositadas alrededor del cuello de la planta mediante una pipeta graduada.

3.4.6. Aplicación de los tratamientos

Los distintos nematocidas a dosis comerciales, se aplicaron en forma preventiva, curativa y en tres frecuencias (Curativa), los mismos se detallan en la Tabla 1.

a. Efecto preventivo

Los tratamientos fueron aplicados directamente al suelo luego del trasplante a bolsas (A excepción de la gallinaza que fue mezclada con el sustrato y los hongos entomopatógenos fueron aplicados al hoyo antes de trasplante), y luego de 20 días se realizó la inoculación de huevos. Los parámetros en estudio se evaluaron a los 60, 90 y 120 días después de haber aplicado los tratamientos.

b. Efecto curativo

La inoculación de huevos y juveniles se realizó luego del trasplante, luego de 30 días se aplicaron los tratamientos (La gallinaza fue aplicada quitando el sustrato de 3 a 5 cm evitando cortar las raíces y los demás tratamientos fueron aplicados directamente al suelo). Cada parámetro en estudio se evaluó a los 60, 90 y 120 días después de haber realizado la inoculación.

c. Efecto curativo con 3 frecuencias de aplicación

La inoculación se realizó luego del trasplante y a los 30, 60 y 90 días después se realizaron la aplicación de los nematódicos (La gallinaza fue aplicada quitando el sustrato de 3 a 5 cm evitando cortar las raíces y los demás tratamientos fueron aplicados directamente al suelo). Los parámetros en estudio se evaluaron a los 120 días después de haber realizado la inoculación.

3.5. Parámetros evaluados

3.5.1. Aspectos patogénicos de *Meloidogyne* spp

a. Grado de nodulación

Se contabilizó visualmente el número de nódulos presentes en la raíz de cada planta de café de cada tratamiento. La determinación del grado de nodulación causada por *Meloidogyne* spp se hizo mediante el uso de las escalas propuesta por el Proyecto Internacional *Meloidogyne* (PIM), cuyos valores se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Escala de evaluación empleada por el Proyecto Internacional de *Meloidogyne* (PIM)

Grado de nodulación	Número de nódulos
0	Ausencia de nódulos
1	1 – 2
2	3 -10
3	11 – 30
4	31 – 100
5	Más de 100 nódulos

Fuente: Sasser et al. (1984).

b. Número de J₂ y huevos en las raíces

Se realizó mediante el método de licuado siguiendo la metodología propuesta por Rojas y Salazar (2013), ya explicada anteriormente en la obtención del inóculo. La suspensión de huevos y juveniles obtenida fue llevada a un volumen total de 100 ml de agua. Con ayuda de una pipeta se tomó 5 ml del volumen total (Previo burbujeo), y se depositó en

una placa Petri rayada (Líneas a la medida de la luz de los objetivos del microscopio). Finalmente, utilizando un microscopio y contómetro se contabilizó el número total de individuos entre huevos y J₂/volumen.

c. Número de J₂ en 100 cc de suelo

Se utilizó el método de la bandeja siguiendo la metodología realizada por Coyne et al. (2007). Se colocaron coladores hechos de tubos de PVC dentro de una bandeja de plástico de tal manera que quede suspendida en ésta, luego se colocó una hoja de papel toalla dentro de la malla de modo que cubra completamente el interior de este. Se tomó una muestra representativa de 100 g de suelo de cada plantón y se colocó sobre el papel toalla. Posteriormente, por un costado de la bandejita se añadió directamente agua a un volumen que cubra las muestras, luego se dejó reposar por 48 h con el fin de separar los nematodos de las partículas del suelo y se colectó toda el agua llevándolo a un volumen conocido. Finalmente, se tomó con una pipeta una muestra de 5 ml del agua a fin de contabilizar los J₂ empleando un microscopio.

d. Población final

La población final se obtuvo con los nematodos y juveniles de *Meloidogyne* spp que se encontraban tanto en la raíz y en el suelo.

e. Tasa de reproducción

Se obtuvo mediante la división de la población final (Pf) y la población inicial (Pi), donde Pf es la población final presente en la raíz y suelo, y Pi es la población inicial o de inoculación de huevos y juveniles.

3.5.2. Aspectos biométricos en plántulas de café

a. Altura de planta

Se midió cada planta desde la base del cuello de la planta hasta la parte terminal de la yema ortotrópica, para ello se usó una regla milimétrica y los datos fueron expresados en centímetros.

b. Diámetro del tallo

El diámetro del tallo se midió a la altura de la base del cuello de la planta. Se utilizó un vernier digital y los datos fueron expresados en centímetros.

c. Peso fresco de la raíz y parte aérea

Las plantas de café fueron extraídas y con una tijera se separó la parte aérea de las raíces. Ambos materiales vegetales se pesaron en una balanza, los datos fueron expresados en gramos.

d. Peso seco de la raíz y parte aérea

La determinación del peso seco se realizó mediante el secado en una estufa a 75 °C por 48 h. Después del secado, cada material vegetal (Raíz y parte aérea) se pesó individualmente en una balanza analítica y el dato obtenido fue expresado en gramos.

3.5.3. Aspectos de rentabilidad de la aplicación de tratamientos

a. Análisis de rentabilidad

La estimación de costos de los diferentes tratamientos en estudio se realizó por el método “Análisis comparativo de ingresos y costos de producción”. El índice de rentabilidad (B/C) en cada tratamiento, se determinó mediante la siguiente Ecuación (1):

$$\text{Relación B/C} = \frac{\text{Ingreso bruto}}{\text{Costo de producción}} \quad (1)$$

El ingreso bruto en todos los tratamientos se determinó multiplicando el número de plántones producidos para 1,0 ha (5 000 plántones de café), el precio de cada plántón en el mercado es de S/ 0,50 y donde los tratamientos no ejercieron control efectivo en la población de *Meloidogyne* spp presentarán un menor costo (S/ 0,30).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Efecto de los tratamientos en aplicación preventiva y curativa en aspectos patogénicos de *Meloidogyne* spp

Los aspectos patogénicos evaluados en las plántulas de café de la variedad Catimor 8667 fueron número de nódulos, grado de nodulación, población final y tasa de reproducción de *Meloidogyne* spp al aplicarse los tratamientos en forma preventiva y curativa; estos dos términos describen a la aplicación de productos (Tabla 1) antes y después de la inoculación de huevos y J₂ de *Meloidogyne* spp.

4.1.1. Número de nódulos en la raíz

De acuerdo con los resultados del ANVA (Anexos: Tabla 19, 20, 21, 37, 38 y 39) existen diferencias estadísticas entre los tratamientos correspondiente al número de nódulos, cuando los productos son aplicados en forma preventiva y curativa.

Los resultados obtenidos en la Tabla 3, según la prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$), evidencian que existe diferencias estadísticas entre la media de los tratamientos, correspondiente al número de nódulos en la raíz a los 30, 60 y 90 días después de la inoculación; así mismo a los 30, 60 y 90 días después de la aplicación de los tratamientos.

En el ensayo preventivo, el tratamiento T₂ (Testigo: con nematodos) luego de 90 días, registró 90,67 nódulos con un grado de nodulación 4 (Figura 2). Así mismo, este tratamiento luego de 90 días en el ensayo curativo presentó 125,08 nódulos con un grado de nodulación 5 (Figura 3), estos resultados son casi similares a los obtenidos por Rojas y Salazar (2013), que inoculando 0,5 huevos + J₂/cm³ de suelo en plantas de café Caturra en almácigo obtuvieron un grado de nodulación 3, e indican que, aunque el nivel de inóculo inicial en un suelo de almácigo sea bajo, tarde o temprano la población alcanzará los más altos niveles. Así mismo, Cano y Gill (1980, como se citó en Giraldo y Leguizamón, 1998), demostraron cómo 600 juveniles de *Meloidogyne* spp ubicados en la zona de raíces de la planta de café, es cantidad suficiente para generar una infección de grado 6, 3 meses después de ser inoculados.

Los tratamientos T₁₀ (Oxamyl), T₁₁ (Diazinon) y T₁₂ (Carbofurán) aplicados preventivamente, luego de 90 días de la inoculación de nematodos resultaron ser estadísticamente iguales al T₁ (Testigo: sin nematodos), registrando un grado de nodulación 0 (Figura 2), por lo que tuvieron un buen control en la formación de nódulos; mientras que siendo aplicados en forma curativa, luego de 90 días únicamente el tratamiento T₁₀ (Oxamyl) presentó un control en la formación de nódulos, aunque a los de 30 días de aplicado el producto presentó un grado de nodulación 2, logró reducirlo a 0 (Figura 3); esto se debe a que el T₁₀ (Oxamyl)

actúa de forma sistémica y su acción dependerá de lo afectado que esté la raíz, ya que si presenta demasiados nódulos y la población de nematodos es muy alta, entonces la planta presentará poca cantidad de raíces laterales y la raíz pivotante se deformará, así lo menciona Leguizamón (1990); entonces los productos químicos de acción sistémica no serán absorbidos y translocados a través del sistema radical atrofiado por el nematodo, afirmado por Giraldo y Leguizamón (1998). Así mismo, González (2007), indica que la utilización de un producto sistémico puede controlar en forma efectiva nematodos, tanto endo y ectoparásito; mientras que una de contacto solamente logra controlar nematodos ectoparásitos y los nematodos *Meloidogyne* spp son endoparásitos, es por lo que el T₁₂ (Carbofurán) solo resulta ser efectivo cuando es aplicado preventivamente y esto es corroborado por el mismo autor, quien usó Carbofurán como tratamiento preventivo en plantas de vid resultando ser efectivo en el control del nematodo del nódulo al sumergir a raíz desnuda todas las plantas antes de ser trasplantadas. De acuerdo con los resultados obtenidos sería conveniente que los productos químicos sean aplicados preventivamente como lo indican Taylor y Sasser (1983), que los nematicidas deben utilizarse antes de la siembra de los cultivos para controlar las poblaciones de nematodos en el suelo. Así mismo, Leguizamón (1990), indica que es preferible el tratamiento nematicida preventivo, ya que su acción curativa dependerá del área de la raíz infectada, porque una vez que el nematodo logra establecerse en el sistema radicular, altera la forma y tamaño de los vasos del xilema de manera irreversible.

El tratamiento T₃ (Gallinaza) presentó una reducción en el número de nódulos al ser aplicada de manera preventiva y curativa; presentando un grado nodulación 2 (Figura 2) cuando fue aplicado en forma preventiva durante los 90 días; ya que según INIA (2004, como se citó en Baños et al., 2010) indican que la gallinaza contiene gases como amonio, nitratos, ácido sulfhídrico y ácidos orgánicos que perjudicarán al nematodo *Meloidogyne* spp; así mismo, esto es corroborado por Armendáriz et al. (2015), donde mencionan que los desechos de la degradación como el amoniaco, gases y otros, disminuyen los niveles poblacionales de nematodos en el sitio que se encuentran. Por lo cual Aballay (2014), indica que la incorporación de guano son los que estimulan el desarrollo de organismos capaces de reducir las poblaciones de nematodos fitopatógenos, todos estos organismos están presentes en el suelo y bajo condiciones adecuadas alcanzan un buen desarrollo, resultando ser antagonistas para este nematodo. Los resultados de este trabajo evidencian lo afirmado por todos los investigadores antes citados, dado que la aplicación de gallinaza en forma curativa durante los 90 días registró un grado de nodulación 0 (Figura 3), presentando un buen control en el número de nódulos.

Los tratamientos T₄ (*Paecilomyces*) y T₅ (*Trichoderma*) aplicados en forma preventiva, luego de 90 días de la inoculación de nematodos presentaron un grado de nodulación 4 (Figura 2), que presenta un rango de 31 a 100 nódulos. Así mismo, aplicados en forma curativa presentaron un grado de nodulación 5 (Figura 3) y su control no fue efectivo. Los resultados obtenidos son similares al de Requena (2013), quién usando una combinación de 3 antagonistas (*T. harzianum* 2413, *P. lilacinus* 243 y *Bacillus firmus* 342 solo obtuvo una disminución del 46,6 %, llegando a la conclusión que esta reducción no fue totalmente satisfactoria, lo cual puede deberse a la baja permanencia en el suelo de estos dos hongos, por lo que los efectos nematicidas no son permanentes y habría que tratar las plantas reiteradas veces. Así mismo, Giraldo y Leguizamón (1998), al emplear el hongo *P. lilacinus* incrementado en arroz cocido y aplicarlo en plántulas de café 5 días antes de la inoculación de nematodos, concluyó que, a dosis de 50 g del hongo/bolsa, las plantas presentaron un grado de infección cercano o superior a 4, y aplicando 25 g del hongo/bolsa obtuvo resultados similares al testigo inoculado. Por lo que aún se encontrarían ciertos inconvenientes en el suelo al usar estos hongos y afectarían el control de la formación de nódulos, ya que Revelo et al. (2009, como se citó en Cueva, 2016), mencionan que es necesario reducir el grado de nodulación, a un número inferior a los 10 nódulos por planta, ya que de esta manera también se reduce la posibilidad de infección por patógenos oportunistas como los hongos de los géneros *Pythium* y *Fusarium* que causan necrosamiento de los tejidos, gracias al daño ocasionado por los nematodos induciendo a la muerte de la planta.

Los tratamientos T₆ (Hunter) y T₇ (Elenquo), al ser aplicados de forma preventiva y curativa, luego de 90 días presentaron un grado de nodulación 4 (Figura 2 y 3), resultados similares también fueron encontrados por Saire (2017), donde el Hunter con la dosis recomendada para su uso en campo no fue efectivo en controlar la nodulación en plantas de tomate en invernadero e indica que puede ser debido a la temperatura del invernadero lo cual causó la degradación acelerada de la molécula activa de este producto; así mismo Farfán (2011), al usar Hunter en plantas de tomate tuvieron un grado de nodulación 3, resultando no ser efectivos en el control del nematodo. Por otra parte, Urzúa (2000, como se citó en Sánchez, 2006), tratando plantas Cabernet Sauvignon con extracto de quillay para el control de *Meloidogyne* spp verificó que éstas presentaron niveles finales de población de juveniles mayores que el testigo, lo cual menciona que el efecto “Nemostático” pudo afectar los huevos del nematodo provocando inhibición de la eclosión y parálisis, que los habría mantenido inactivos por algún tiempo, luego del cual el nematodo se recuperó, continuó reproduciéndose y formando nuevas generaciones; lo cual pudo haber ocurrido en este trabajo, ya que el extracto

de quillay (T₇) aplicado de manera curativa durante los 60 días presentó 29 y 28 nódulos, pero en los próximos 30 días el número de nódulos se incrementó aún más perdiendo su efecto de control.

Los tratamientos T₈ (Nemathor) y T₉ (Releaf), aplicados de forma preventiva, luego de 90 días presentaron un grado de nodulación 3 (Figura 2); mientras que, al ser aplicados de manera curativa, luego de 90 días presentaron un grado de nodulación 5 (Figura 3), siendo el tratamiento T₉ (Releaf) quien presentó el mayor número de nódulos; sin embargo, produjo un mayor desarrollo tanto en el crecimiento vegetal y radicular de la planta lo que podría haber incrementado el número de nódulos, como lo indica Talavera y Verdejo (2015), que al usarse productos promotores de crecimiento vegetal frente a nematodos, solo se incrementaría los nódulos en las raíces ya que a mayor masa radicular habrá mayor sitio de alimentación para los nematodos y por lo tanto habrá mayor formación de nódulos. Por lo tanto, se podría deducir que los tratamientos T₅ (Trichoderma) y T₉ (Releaf) presentarían número de nódulos similares luego de los 3 meses de evaluación, ya que ambos tratamientos estimulan el mayor desarrollo de la masa radicular, pero esto no sucede así ya que las plantas tratadas con el T₉ (Releaf) presentan mayor nódulos en el ensayo curativo, lo cual podría deberse a que al aplicar el hongo Trichoderma al suelo pudo suprimir ligeramente la población de nematodos y debido a diversas características en el suelo, el hongo no actúa de manera eficiente ya que Quesada et al. (2019), mencionan que en condiciones in vitro este hongo afecta la eclosión de los nemátodos donde observó el parasitismo sobre huevos causando su deformación y el proceso embrionario se detuvo detectándose actividad de enzimas quitinasas, pero en condiciones de campo aún se tendrían ciertos inconvenientes, ya que Siddiqui y Shaukat (2004), menciona que existen varios factores bióticos y abióticos, incluidas las propiedades químicas y físicas del suelo y las interacciones con la microbiota del suelo, que afectan la capacidad de los organismos benéficos.

Tabla 3. Efecto en el número de nódulos en plántulas de café bajo la aplicación de productos nematocínicos en forma preventiva y curativa

Clave	Número de nódulos					
	Preventivo			Curativo		
	30 ddi	60 ddi	90 ddi	30 ddt	60 ddt	90 ddt
T ₁ = Sin nematodos	T ₁ 0,00 a	T ₁ 0,00 a	T ₁ 0,00 a	T ₁ 0,00 a	T ₁ 0,00 a	T ₁ 0,00 a
T ₂ = Con nematodos	T ₁₂ 0,08 a	T ₁₀ 0,00 a	T ₁₁ 0,00 a	T ₃ 0,00 a	T ₃ 0,00 a	T ₃ 0,00 a
T ₃ = Gallinaza	T ₁₀ 0,50 a	T ₁₁ 0,00 a	T ₁₀ 0,00 a	T ₈ 4,83 b	T ₁₀ 0,00 a	T ₁₀ 0,00 a
T ₄ = Paecilomyces	T ₁₁ 2,50 a	T ₁₂ 0,00 a	T ₁₂ 0,00 a	T ₁₀ 4,92 b	T ₁₁ 13,58 b	T ₁₂ 63,17 b
T ₅ = Trichoderma	T ₃ 9,25 b	T ₃ 3,67 a	T ₃ 5,50 a	T ₁₁ 14,25 c	T ₇ 28,25 c	T ₇ 63,83 b
T ₆ = Hunter	T ₆ 17,58 c	T ₉ 33,50 b	T ₉ 22,58 b	T ₁₂ 14,75 c	T ₆ 58,42 d	T ₁₁ 66,67 b
T ₇ = Elenquo	T ₉ 31,83 d	T ₈ 36,33 b	T ₈ 29,75 b	T ₆ 18,58 d	T ₁₂ 79,33 e	T ₆ 70,08 b
T ₈ = Nemathor	T ₈ 34,92 e	T ₅ 43,67 c	T ₅ 42,00 c	T ₄ 27,50 e	T ₄ 81,17 e	T ₄ 106,17 c
T ₉ = Releaf	T ₄ 39,00 f	T ₆ 44,33 c	T ₄ 53,00 d	T ₇ 29,25 e	T ₅ 86,50 e	T ₅ 107,58 c
T ₁₀ = Oxamyl	T ₅ 39,67 f	T ₄ 45,83 c	T ₇ 70,75 e	T ₂ 59,50 f	T ₂ 88,33 e	T ₂ 125,08 d
T ₁₁ = Diazinon	T ₇ 56,08 g	T ₇ 59,42 d	T ₆ 84,83 f	T ₅ 65,58 g	T ₉ 111,50 f	T ₈ 192,58 e
T ₁₂ = Carbofurán	T ₂ 58,17 g	T ₂ 70,75 e	T ₂ 90,67 f	T ₉ 71,17 h	T ₈ 123,42 g	T ₉ 252,25 f

Preventivo: Trasplante + Aplicación Nematocínicos y 20 días después inoculación de *Meloidogyne* aplicación de Nematocínicos. **ddi:** después de la inoculación **Curativo:** Trasplante + Inoculación de *Meloidogyne* y 30 días después aplicación de Nematocínicos. **ddt:** después del tratamiento

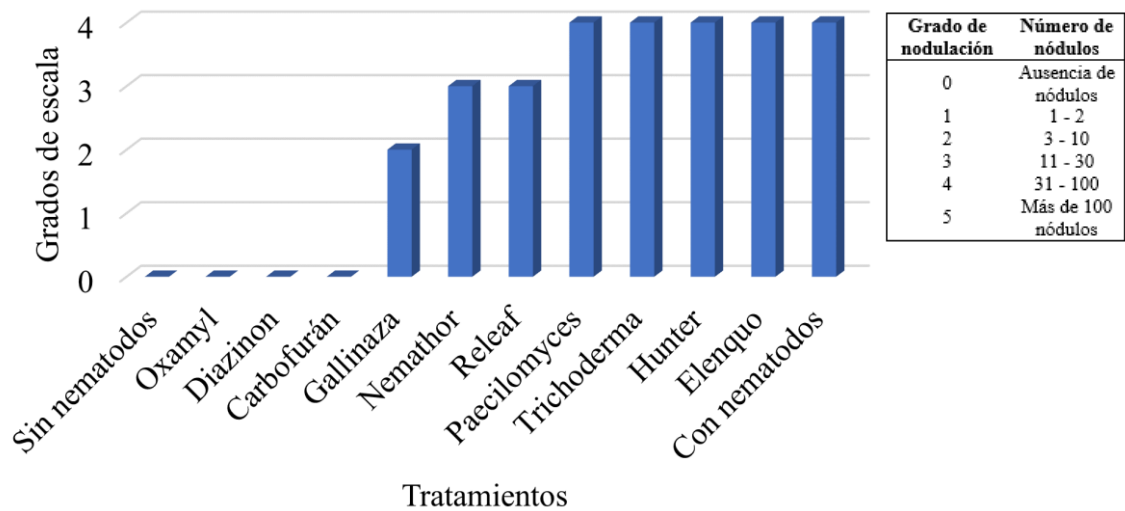


Figura 2. Grados de nodulación según la escala propuesta por el Proyecto Internacional de *Meloidogyne* (PIM) de plantas de café luego de 90 días después de la inoculación de nematodos, aplicado los tratamientos en forma preventiva.

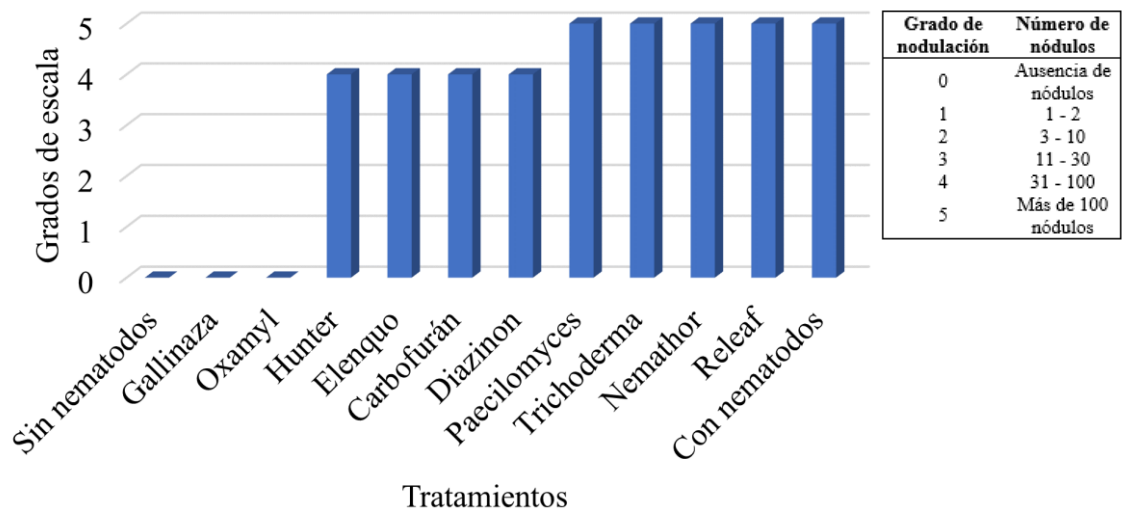


Figura 3. Grados de nodulación según la escala propuesta por el Proyecto Internacional de *Meloidogyne* (PIM) de plantas de café, luego de 90 días después de aplicado los tratamientos de manera curativa.

4.1.2. Población final

De acuerdo con los resultados del ANVA (Anexos: Tabla 22, 23, 24, 40, 41 y 42) existen diferencias estadísticas entre los tratamientos correspondientes a la población final de nematodos, cuando los productos son aplicados en forma preventiva y curativa.

Los resultados obtenidos en la Tabla 4, según la prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$), evidencian que existe diferencias estadísticas entre los tratamientos, correspondiente a la población final de nematodos a los 30, 60 y 90 días luego de aplicar los tratamientos en forma preventiva y curativa.

La inoculación de nematodos con una población inicial de 500 huevos + J₂ de *Meloidogyne* spp. realizada en el tratamiento T₂ (Testigo: con nematodos) luego de 90 días, registró una población final de 5 224 con una tasa de reproducción de 10,45 (Figura 4). Así mismo, este mismo tratamiento en el ensayo curativo presentó una población final de 6 260 nematodos (huevos + J₂) con una tasa de reproducción de 12,52 (Figura 5), esta ligera variación podría deberse a condiciones propias de la población en esas mismas condiciones. Estos resultados indican que esta población inicial de nematodos en sustratos de café, pueden aumentar en 10 a 12 veces más en ausencia de aplicación de productos o insumos de control y ésta se incrementa aún más con el paso del tiempo ya que Rojas y Salazar (2013), en un ensayo en café caturra con el mismo nivel de inóculo a 234 días después del trasplante reportó el aumento en 38 veces más; por lo que frente a esta realidad recomiendan que el sustrato debe estar libre de nematodos para el almácigo, ya que aún con inóculos bajos se puede alcanzar los niveles máximos de población en un período corto de tiempo.

Los tratamientos T₁₀ (Oxamyl), T₁₁ (Diazinon) y T₁₂ (Carbofurán) aplicados en forma preventiva resultaron ser estadísticamente iguales al T₁ (Testigo: sin nematodos), lo que demostraría que los químicos siguen presentando el mejor efecto de control debido a su acción inhibidora de la acetilcolinesterasa, ya que López (2002), menciona que perjudican la actividad neuromuscular de los nematodos, produciendo efectos narcóticos como también cambios en el movimiento, desorientación o parálisis. Así mismo, la inhibición del movimiento y alimentación ocasionado por estos productos no necesariamente mata a los nematodos de forma directa (Evans y Perry, 1976; Hague, 1979, como se citó en Saire, 2017). Frecuentemente, los nematodos afectados en el suelo usarán sus reservas alimenticias, perderán su infectividad y morirán, ya que son capaces de sobrevivir largos periodos de tiempo sin alimento y bajo condiciones desfavorables. Estos resultados son corroborados por Leguizamón (1990), quien encontró un control efectivo en la población de nematodos aplicando Carbofurán y Oxamyl, 1 semana después de la siembra de plántulas de café. De igual manera, González (2007),

menciona que el Carbofurán como tratamiento preventivo resulta ser eficiente en el control del nematodo del nódulo, ya que obtuvo resultados satisfactorios al sumergir plantas de vid a raíz desnuda durante 30 min, antes de ser trasplantadas.

Los tratamientos T₃ (Gallinaza) y T₁₀ (Oxamyl) aplicados en forma preventiva y curativa fueron los únicos en controlar la población de nematodos, registrando tasas de reproducción bajas (Figura 4 y 5) donde la población final es menor a la población inicial inoculada, por lo que se prueba su efecto de control tanto preventiva como curativamente; en cuanto a la gallinaza Crozzoli (2015), menciona que la incorporación de ésta reduce la densidad poblacional de estos nematodos y es posible que su efecto se debe a la presencia de subproductos metabólicos de los organismos presentes en el suelo y a la estimulación de organismos antagonísticos a los nematodos parásitos de la planta, así mismo, Oka (2010) y Lazarovits et al. (2001), mencionan que las sustancias liberadas como los ácidos grasos volátiles son tóxicas que pueden matar a los juveniles de los nematodos en el suelo y se ha demostrado que estos estiércoles presentan gran contenido de nitrógeno lo cual al descomponerse se convierte en amoníaco, por lo que Thoden et al. (2011), informa que esto es lo que mata a los nemátodos. Estos resultados son corroborados por otros autores como Amulu y Adenkule (2015), donde mencionan que aplicando estiércol de aves redujo significativamente el índice de agallas y la densidad poblacional de nematodos, así mismo, Romero (2004), menciona que aplicando Oxamyl al momento del trasplante obtuvo un control del 86 % en juveniles de *Meloidogyne* spp.

Los tratamientos T₄ (Paecilomyces) y T₅ (Trichoderma) no resultaron ser efectivos en el control de la población de los nematodos cuando fueron aplicados en forma curativa, ya que presentaron una tasa de reproducción de 7,01 y 7,40 respectivamente, después de 90 días. Si bien es cierto que cuando el tratamiento T₄ (Paecilomyces) fue aplicado preventivamente, redujo la población en un 42,8 % registrando una tasa de reproducción de 0,57 (Figura 4), esto no sería suficiente ya que presenta un grado de nodulación 4 (Figura 2); es así que Arnulfo et al. (2009), recomienda que el uso de este hongo debe ser considerado como parte de programas de manejo integrado de plagas y no como única medida de control e indica que los productos a base de Paecilomyces no matan a los nematodos inmediatamente, ya que se requiere de cierto tiempo desde el momento de la adhesión de las conidias hasta el momento que ocurre la colonización del hongo en el nematodo. Por lo que aplicado curativamente no se obtendrán resultados satisfactorios, estos resultados son similares a los obtenidos por Farfán (2011), que aplicando *P. lilacinus* no se encontraron diferencias estadísticas con el testigo inoculado que fue el que registró una población mayor de nematodos.

Siendo lo más recomendable aplicar más de una vez para tener mejor control; como lo evidenció Abuslin y Vaca (2017) que mediante una investigación con 4 aplicaciones cada 7 días de *Paecilomyces*, logró reducir la densidad poblacional del nematodo.

Así mismo, se observa que el tratamiento T₅ (*Trichoderma*) aplicado preventivamente luego de 30 días, solo redujo la población ligeramente y luego a los 90 días registró una tasa de reproducción de 2,01 (Figura 4), esto se debe a que el *Trichoderma* al incrementar las raíces habrá mayor sitio de alimentación para los nematodos, ya que diversos trabajos describen a distintas razas de *Trichoderma* como un hongo colonizador del sistema radicular de las plantas que produce una interacción en la rizósfera, lo que conlleva a un mayor desarrollo del sistema radicular, así lo menciona Meera et al. (1994, como se citó en Requena, 2013), por lo que indica que al emplear un solo antagonista en la lucha biológica contra este nematodo, la disminución de la población es muy baja y se tendría que tratar las plantas repetidamente, y aunque aplicando los 2 hongos en combinación reduce la incidencia de la enfermedad, pero no la mejora más allá de un 42 %. Por lo tanto, Talavera y Verdejo (2015), manifiestan que la mayoría de las formulaciones comerciales no están todavía disponibles o bien la aplicación en campo no ha dado buen resultado debido a la capacidad tamponadora del suelo, lo que hace que estos agentes pierdan su efecto tras la aplicación en campo.

Los tratamientos T₆ (Hunter), T₇ (Elenquo), T₈ (Nemathor) y T₉ (Releaf) luego de los 90 días, no resultaron ser efectivos en el control de la población de nematodos, tanto al ser aplicados de manera preventiva y curativamente, ya que registraron una población final mayor al nivel de inóculo (500 huevos + J₂), presentando tasas de reproducción superiores a 1; lo cual Sánchez (2006, como se citó en Hidalgo, 2008), menciona que el objetivo de realizar un control de nemátodos es disminuir la densidad de población existente, de manera que no provoque un daño económico importante.

Tabla 4. Población final de nematodos en plántulas de café bajo la aplicación de productos nematódicos en forma preventiva y curativa

Clave	Población final								
	Preventivo			Curativo					
	30 ddi	60 ddi	90 ddi	30 ddt	60 ddt	90 ddt	30 ddt	60 ddt	90 ddt
T ₁ = Sin nematodos	T ₁ 0,00 a	T ₁ 0,00 a	T ₁ 0,00 a	T ₁ 0,00 a	T ₁ 0,00 a	T ₁ 0,00 a	T ₁ 0,00 a	T ₁ 0,00 a	T ₁ 0,00 a
T ₂ = Con nematodos	T ₁₀ 0,00 a	T ₁₀ 0,00 a	T ₁₀ 0,00 a	T ₁₀ 48,00 a	T ₁₀ 0,00 a	T ₃ 0,00 a	T ₁₀ 0,00 a	T ₃ 0,00 a	T ₃ 0,00 a
T ₃ = Gallinaza	T ₁₂ 0,00 a	T ₁₁ 0,00 a	T ₁₁ 0,00 a	T ₁₁ 131,25 ab	T ₃ 203,25 ab	T ₁₀ 0,00 a	T ₃ 203,25 ab	T ₁₀ 0,00 a	T ₁₀ 0,00 a
T ₄ = Paecilomyces	T ₁₁ 1,50 a	T ₁₂ 0,00 a	T ₁₂ 0,00 a	T ₁₂ 296,00 bc	T ₁₁ 284,75 b	T ₆ 1 358,5 b	T ₁₁ 284,75 b	T ₆ 1 358,5 b	T ₆ 1 358,5 b
T ₅ = Trichoderma	T ₄ 277,0 b	T ₉ 269,5 b	T ₃ 236,25 ab	T ₆ 442,75 cd	T ₇ 750,25 c	T ₁₂ 2 219,75 c	T ₇ 750,25 c	T ₁₂ 2 219,75 c	T ₁₂ 2 219,75 c
T ₆ = Hunter	T ₇ 304,5 bc	T ₃ 294,0 b	T ₄ 286,25 b	T ₃ 468,75 cd	T ₆ 760,75 c	T ₇ 2 398,75 c	T ₆ 760,75 c	T ₇ 2 398,75 c	T ₇ 2 398,75 c
T ₇ = Elenquo	T ₃ 347,25 c	T ₄ 300,75 b	T ₉ 514,5 c	T ₈ 563,75 de	T ₁₂ 1 023 d	T ₁₁ 2 520,75 c	T ₁₂ 1 023 d	T ₁₁ 2 520,75 c	T ₁₁ 2 520,75 c
T ₈ = Nemathor	T ₅ 411,0 d	T ₈ 394,5 c	T ₈ 676,25 c	T ₇ 733,00 ef	T ₄ 1 788,50 e	T ₄ 3 503,00 d	T ₄ 1 788,50 e	T ₄ 3 503,00 d	T ₄ 3 503,00 d
T ₉ = Releaf	T ₆ 481,5 e	T ₇ 655,5 d	T ₆ 939 d	T ₄ 802,25 f	T ₅ 1 983,75 e	T ₅ 3 698,25 d	T ₅ 1 983,75 e	T ₅ 3 698,25 d	T ₅ 3 698,25 d
T ₁₀ = Oxamyl	T ₉ 544,0 e	T ₅ 824,0 e	T ₅ 1 004 d	T ₂ 1 655 g	T ₈ 3 504 f	T ₈ 5 939,00 e	T ₈ 3 504 f	T ₈ 5 939,00 e	T ₈ 5 939,00 e
T ₁₁ = Diazinon	T ₈ 625,0 f	T ₆ 935,25 f	T ₇ 1 362,5 e	T ₅ 1 882,25 h	T ₂ 3 790,75 g	T ₂ 6 260,00 e	T ₂ 3 790,75 g	T ₂ 6 260,00 e	T ₂ 6 260,00 e
T ₁₂ = Carbofurán	T ₂ 1 401,5 g	T ₂ 3 154,0 g	T ₂ 5 224,0 f	T ₉ 1 972,5 h	T ₉ 3 979 g	T ₉ 8 876,00 f	T ₉ 3 979 g	T ₉ 8 876,00 f	T ₉ 8 876,00 f

Preventivo: Trasplante + Aplicación Nematódicos y 20 días después inoculación de *Meloidogyne* aplicación de Nematódicos.

ddi: después del tratamiento

ddt: después de la inoculación

Curativo: Trasplante + Inoculación de *Meloidogyne* y 30 días después

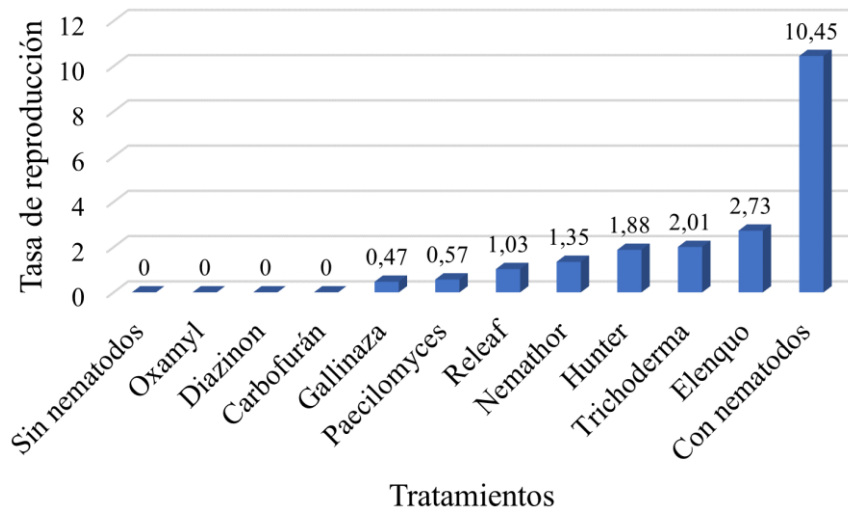


Figura 4. Tasa de reproducción de nematodos *Meloidogyne* spp obtenido después de 90 días de aplicación de productos en forma preventiva.

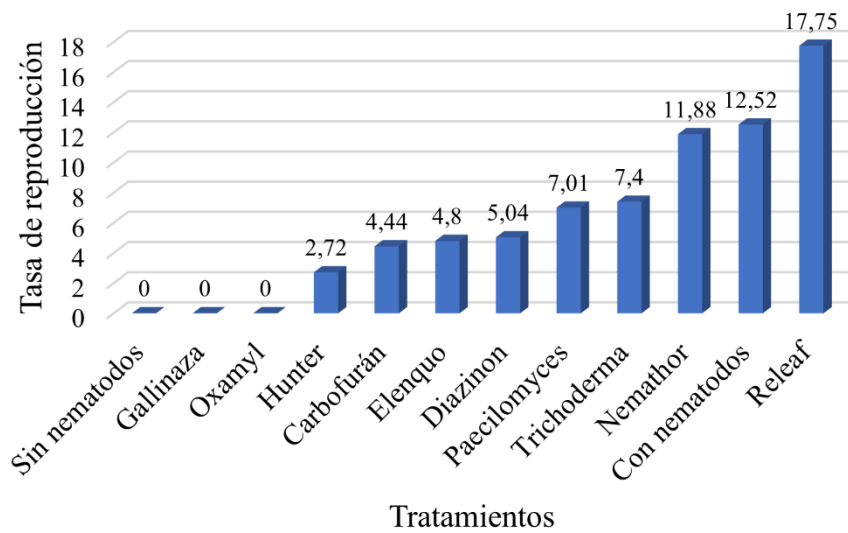


Figura 5. Tasa de reproducción de nematodos *Meloidogyne* spp obtenido después de 90 días de aplicación de productos en forma curativa.

4.2. Efecto de *Meloidogyne* spp en aspectos biométricos de plántulas de café por la aplicación preventiva y curativa de los tratamientos

Los parámetros biométricos evaluados en las plántulas de café de la variedad Catimor 8667 fueron altura, diámetro de tallo, peso fresco y seco cuando los tratamientos fueron aplicados en forma preventiva y curativa; estos dos términos describen a la aplicación de productos (Tabla 1) antes y después de la inoculación de huevos y J₂ de *Meloidogyne* spp.

4.2.1. Altura de planta

De acuerdo con los resultados del ANVA (Anexos: Tabla 25, 26, 27, 43, 44 y 45) existen diferencias estadísticas entre los tratamientos para el factor altura de planta, cuando los productos son aplicados 30 días antes y 30 días después de la inoculación de huevos y J₂ de *Meloidogyne* spp.

La prueba de Duncan (Tabla 5) a una significancia de $\alpha = 0,05$; evidencia que existen diferencias estadísticas entre los tratamientos respecto a la altura de planta a los 30, 60 y 90 días después de la inoculación; así mismo, a los 30, 60 y 90 días después de la aplicación de los tratamientos.

El efecto de *Meloidogyne* spp en el crecimiento de plantas de café var. Catimor luego de 90 días, se observa en el tratamiento T₂ (Testigo: con nematodos) que reduce la altura 33 % respecto a la altura desarrollada en el tratamiento T₁ (Testigo: sin nematodos) que no recibió la inoculación; estos resultados son corroborados por Crozzoli (2015), que menciona que a nivel de vivero este nematodo reduce el crecimiento de los cafetos de 4 y 10 meses de edad en 34 y 35 % respectivamente; donde Taylor y Sasser (1983), mencionan que es debido a la deformación de las raíces donde los elementos vasculares en los nódulos se rompen y el flujo normal de agua y nutrientes serían interrumpidos, ocasionando la paralización en el crecimiento de la planta.

Los productos aplicados al momento del trasplante para el ensayo preventivo al parecer afectan en el desarrollo de las plantas, lo cual se ve reflejado en la altura ya que a diferencia del ensayo curativo éstas presentan mayor altura, observándose en el T₁₁ (Diazinon) una coloración amarillenta en las plantas hasta 60 días después de la inoculación, pero se recuperaron para el siguiente mes. Así mismo, en el T₁₂ (Carbofurán) las plantas presentaron quemaduras en las hojas, lo que puede influir en este parámetro; ya que se observó un control en la población de nematodos al aplicar estos productos. De la misma manera, se observa en los tratamientos T₃ (Gallinaza) y T₁₀ (Oxamyl) a pesar del uso de estos productos como el Oxamyl que ayudó en el control de la población de nematodos y la incorporación de gallinaza que aporta nutrientes a la planta lo cual menciona Crozzoli (2015); se registró una

reducción en la altura de la planta, lo cual sería corroborado por Leguizamón (1990), quien afirma que las plantas afectadas por nematodos presentan reducción en el tamaño a pesar de emplear el tratamiento adecuado.

En el ensayo curativo, se encuentran diferencias estadísticas significativas, siendo los tratamientos T₉ (Releaf) y T₁₀ (Oxamyl) los que presentaron una mayor altura, las cuales superaron al T₁ (Testigo: sin nematodos) durante los 90 días después de aplicado los tratamientos. Si bien el T₉ (Releaf) no controla la población de nematodos, ayuda a la estimulación del crecimiento de las plantas, ya que el ácido salicílico que aporta este producto a las plantas puede influenciar en ello; haciendo que los patrones de ácido salicílico se activen cuando las plantas son atacadas por los nematodos y emitan una señal para activar los mecanismos de defensas de las plantas, pero más no actúan específicamente contra ellos (Bhattarai et al., 2008; Mantelin et al., 2013, como se citó en Emiliozzi , 2014).

Tabla 5. Efecto en la altura de plántulas de café bajo la aplicación de productos nematódicos en forma preventiva y curativa

Clave	Altura (cm)											
	Preventivo						Curativo					
	30 ddi		60 ddi		90 ddi		30 ddt		60 ddt		90 ddt	
T ₁ = Sin nematodos	T ₁	9,30 a	T ₁	10,10 a	T ₁	13,68 a	T ₉	12,00 a	T ₉	15,37 a	T ₉	20,03 a
T ₂ = Con nematodos	T ₉	8,61 ab	T ₃	9,67 a	T ₃	11,03 b	T ₁₀	11,64 a	T ₁₀	15,15 a	T ₁₀	18,23 b
T ₃ = Gallinaza	T ₃	8,31 bc	T ₅	8,86 b	T ₁₀	10,92 bc	T ₁₁	11,61 a	T ₁₁	13,73 b	T ₈	15,98 c
T ₄ = Paecilomyces	T ₅	8,30 bc	T ₉	8,81 b	T ₈	10,20 cd	T ₃	10,04 b	T ₈	12,72 bc	T ₁₂	15,81 c
T ₅ = Trichoderma	T ₇	7,90 bcd	T ₁₀	8,63 bc	T ₉	10,01 de	T ₅	10,01 b	T ₁₂	12,53 c	T ₁₁	14,89 cd
T ₆ = Hunter	T ₁₂	7,81 cd	T ₇	8,61 bc	T ₁₁	9,90 def	T ₁₂	9,88 b	T ₄	11,38 d	T ₁	14,22 d
T ₇ = Elenquo	T ₁₀	7,57 cd	T ₁₂	8,59 bc	T ₆	9,75 def	T ₈	9,65 b	T ₃	11,03 d	T ₇	12,43 e
T ₈ = Nemathor	T ₆	7,45 d	T ₆	8,40 bc	T ₅	9,45 def	T ₇	9,45 b	T ₅	11,00 d	T ₃	12,28 ef
T ₉ = Releaf	T ₈	7,44 d	T ₈	8,40 bc	T ₇	9,31 ef	T ₄	9,43 b	T ₇	10,70 d	T ₄	11,63 efg
T ₁₀ = Oxamyl	T ₁₁	7,42 d	T ₂	8,36 bc	T ₄	9,27 ef	T ₁	9,34 b	T ₆	10,60 d	T ₅	11,09 fg
T ₁₁ = Diazinon	T ₄	7,31 d	T ₄	8,25 bc	T ₂	9,10 f	T ₆	9,22 b	T ₁	10,42 d	T ₆	11,00 g
T ₁₂ = Carbofurán	T ₂	7,28 d	T ₁₁	7,72 c	T ₁₂	9,08 f	T ₂	8,17 c	T ₂	9,05 e	T ₂	9,71 h

Preventivo: Trasplante + Aplicación Nematódicos y 20 días después inoculación de *Meloidogyne* aplicación de Nematódicos.

ddi: después del tratamiento

ddi: después de la inoculación

Curativo: Trasplante + Inoculación de *Meloidogyne* y 30 días después

4.2.2. Diámetro del tallo

De acuerdo con los resultados del ANVA (Anexos: Tabla 28, 29, 30, 46, 47 y 48) existen diferencias estadísticas entre los tratamientos para el factor diámetro del tallo cuando los productos son aplicados 30 días antes y 30 días después de la inoculación de huevos y J₂ de *Meloidogyne* spp.

La prueba de Duncan (Tabla 6) a una significancia de $\alpha = 0,05$; evidencia que existen diferencias estadísticas entre los tratamientos correspondiente al diámetro de tallo a los 30, 60 y 90 días después de la inoculación; así mismo a los 30, 60 y 90 días después de la aplicación de los tratamientos.

El efecto de *Meloidogyne* spp en el diámetro del tallo de las plantas de café var. Catimor luego de 90 días, se observa en el tratamiento T₂ (Testigo: con nematodos) que reduce el diámetro 12 % respecto al diámetro desarrollado en el tratamiento T₁ (Testigo: sin nematodos) que no recibió la inoculación; resultados similares fueron registrados por Rojas y Salazar (2013), que observaron la reducción en el diámetro del tallo de las plantas de café en almácigo a partir de poblaciones de 0,125 huevos/cm³ de sustrato.

En el ensayo preventivo se observa que durante los 90 días después de la inoculación, el tratamiento T₁₁ (Diazinon) y T₁₂ (Carbofurán) presentaron los menores valores, esta reducción se vio favorecido por la fitotoxicidad que ocasionó en las plantas.

El tratamiento T₃ (Gallinaza) aplicado preventivamente, luego de 90 días presentó el mayor diámetro (2,86 cm) superando ligeramente al T₁ (2,74 cm) que no recibió la inoculación, esto se debe al efecto benéfico del abono en el incremento del desarrollo de las plantas, así lo menciona Crozzoli (2015). Estos resultados son corroborados por Díaz et al. (2015), quienes aplicando gallinaza para la producción de plantones de café evidenciaron un aumento el diámetro del tallo, lo cual lo hace importante para el desarrollo de las plantas en la etapa de almácigo.

En el ensayo curativo el tratamiento T₉ (Releaf) presentó el mayor diámetro luego de los 30, 60 y 90 días después de aplicado los tratamientos, superando incluso a los tratamientos T₁ (Testigo: sin nematodos) y T₁₀ (Oxamyl), aun cuando su efecto de control de nodulación fue menor, esto puede ser debido a que al ser un producto de inductor de resistencia su efecto se pudo expresar en las características biométricas de la planta, ya que Kuc (2001, como se citó en Delgado, 2020), menciona que esta resistencia no tiene efectos inmediatos drásticos sobre el ataque de plagas, pero si tiene un efecto duradero que puede extenderse hasta 6 meses, que se puede ver reflejado en las plantas presentando tener un mejor desarrollo.

Tabla 6. Efecto en el diámetro del tallo bajo la aplicación de productos nematocínicos en forma preventiva y curativa

Clave	Diámetro del tallo (cm)											
	Preventivo						Curativo					
	30 ddi		60 ddi		90 ddi		30 ddt		60 ddt		90 ddt	
T ₁ = Sin nematodos	T ₉	2,39 a	T ₃	2,75 a	T ₃	2,86 a	T ₉	2,54 a	T ₉	2,93 a	T ₉	4,03 a
T ₂ = Con nematodos	T ₁₀	2,38 a	T ₁	2,52 b	T ₁	2,74 ab	T ₃	2,41 ab	T ₃	2,83 ab	T ₁₀	3,23 b
T ₃ = Gallinaza	T ₈	2,34 ab	T ₇	2,49 b	T ₆	2,73 ab	T ₄	2,40 b	T ₈	2,76 abc	T ₃	3,12 bc
T ₄ = Paecilomyces	T ₁	2,32 abc	T ₉	2,42 bc	T ₈	2,56 bc	T ₅	2,39 b	T ₁₂	2,71 bc	T ₈	3,10 bcd
T ₅ = Trichoderma	T ₇	2,31 abc	T ₁₀	2,41 bc	T ₅	2,55 bc	T ₇	2,38 b	T ₁₀	2,63 bc	T ₁₂	3,03 bcde
T ₆ = Hunter	T ₅	2,29 abc	T ₈	2,40 bc	T ₇	2,53 bc	T ₆	2,37 b	T ₅	2,61 c	T ₄	2,90 cdef
T ₇ = Elenquo	T ₃	2,27 abc	T ₅	2,34 bc	T ₁₀	2,50 bcd	T ₈	2,36 b	T ₄	2,60 c	T ₁	2,89 cdef
T ₈ = Nemathor	T ₆	2,24 abcd	T ₆	2,31 bc	T ₄	2,49 bcd	T ₁₀	2,35 b	T ₁₁	2,59 c	T ₁₁	2,84 def
T ₉ = Releaf	T ₄	2,21 abcd	T ₄	2,24 c	T ₉	2,45 cd	T ₁	2,35 bc	T ₁	2,56 c	T ₇	2,81 ef
T ₁₀ = Oxamyl	T ₁₁	2,18 bcd	T ₂	2,20 c	T ₂	2,42 cd	T ₁₁	2,33 bc	T ₇	2,55 c	T ₅	2,72 fg
T ₁₁ = Diazinon	T ₁₂	2,14 cd	T ₁₂	1,88 d	T ₁₂	2,26 d	T ₁₂	2,31 bc	T ₆	2,55 c	T ₆	2,66 fg
T ₁₂ = Carbofurán	T ₂	2,08 d	T ₁₁	1,85 d	T ₁₁	1,95 e	T ₂	2,16 c	T ₂	2,32 d	T ₂	2,54 g

Preventivo: Trasplante + Aplicación Nematocínicos y 20 días después inoculación de *Meloidogyne* aplicación de Nematocínicos. **ddi:** después de la inoculación **Curativo:** Trasplante + Inoculación de *Meloidogyne* y 30 días después aplicación de Nematocínicos. **ddt:** después del tratamiento

4.2.3. Peso fresco

De acuerdo con los resultados del ANVA (Anexos: Tabla 31, 32, 33, 49, 50 y 51) existen diferencias estadísticas entre los tratamientos para el factor peso fresco de la planta, cuando los productos son aplicados 30 días antes y 30 días después de la inoculación de huevos y J₂ de *Meloidogyne* spp.

Los resultados obtenidos en la Tabla 7, según la prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$), evidencian que existe diferencias estadísticas entre la media de los tratamientos, correspondiente al peso fresco total a los 30, 60 y 90 días luego de la aplicación de los tratamientos en forma preventiva y curativa.

En el ensayo preventivo, la inoculación realizada en el T₂ (Testigo: con nematodos) luego de 90 días, redujo el peso fresco 36 % respecto al T₁ que fue el tratamiento que no recibió la inoculación. Así mismo, para el ensayo curativo se observó una disminución en este parámetro de 30 % del T₂ (Testigo: con nematodos) respecto al T₁ (Testigo: sin nematodos) luego de 90 días de aplicado los tratamientos.

Los tratamientos T₁₁ (Diazinon) y T₁₂ (Carbofurán) aplicados preventivamente, durante los 90 días después de la inoculación de *Meloidogyne* spp presentaron los menores valores con respecto al peso fresco de la planta; esto es debido a que al aplicar estos productos las plantas presentaron síntomas de fitotoxicidad, así también Leguizamón (1990), menciona que aplicando Furadán logró controlar la población de nematodos del nódulo, pero hubo una disminución en el peso fresco; ya que al aplicar Furadán las plantas presentaron quemaduras amarillo - rojizas en las hojas que luego se necrosaron, al igual que ocurrió en el presente trabajo.

En el ensayo preventivo, el T₃ (Gallinaza) resultó ser estadísticamente igual al T₁ (Testigo: sin nematodos), registrando valores similares en el peso fresco durante los 90 días después de la inoculación de nematodos; esto puede ser debido a la aplicación del abono que además de aportar nutrientes al suelo, mejora la estructura de ésta y retiene mejor la humedad; Crozzoli (2015), menciona también que el efecto positivo al aplicar materia orgánica se debe a la estimulación de organismos antagonísticos a los nematodos parásitos de las plantas lo cual ayudaría a la asimilación de nutrientes. Seguidamente, se encuentra el T₁₀ (Oxamyl) que a los 90 días después de la inoculación de nematodos presentó una disminución en el peso fresco de la planta, a pesar de que su efecto de control en la población de nematodos fue mayor.

Los tratamientos T₄ (Paecilomyces), T₅ (Trichoderma), T₆ (Hunter), T₇ (Elenquo), T₈ (Nemathor) y T₉ (Releaf), durante los 90 días después de la inoculación de *Meloidogyne* spp resultaron ser estadísticamente iguales al T₂ (Testigo: con nematodos), al

encontrarse en un mismo nivel de significancia; esto fue debido a que los tratamientos ya mencionados no controlaron en su totalidad la población de nematodos afectando el peso fresco de las plantas.

En el ensayo curativo, durante los 90 días después de aplicado los tratamientos, el T₉ (Releaf) presentó los mayores valores para el peso fresco de la planta, superando incluso al T₁ (Testigo: sin nematodos) y demás tratamientos que ejercieron control en la población de *Meloidogyne* spp. Si bien este tratamiento no controla la población de nematodos, se puede observar un incremento en masa aérea y radicular de las plantas; debido a la acción del ácido salicílico que presenta este producto, el cual es un compuesto fundamental en la regulación del crecimiento y desarrollo de las plantas; cumpliendo una función de biorregular el crecimiento de las plantas dando como resultado un incremento de raíces y gracias a esto habría mayor absorción de agua y nutrientes (Tucuch et al., 2015; Sánchez et al., 2011).

Los tratamientos T₁₀ (Oxamyl) y T₁₁ (Diazinon) aplicados curativamente luego de 30 días resultaron ser estadísticamente iguales, esto debido a que hasta ese entonces ambos tratamientos ejercieron un control en la población de nematodos, pero a medida que pasó el tiempo, el T₁₁ (Diazinon) fue perdiendo su efecto por lo que el peso fresco de las plantas se vio afectado, a diferencia del T₁₀ (Oxamyl) que logró controlar la población de nematodos por lo que registró un mayor peso fresco de la planta, esto pudo estar relacionado con la permanencia en el suelo de ambos productos, ya que Martín (1984), menciona que los compuestos organofosforados en el suelo tienden a volatilizarse más rápido a diferencia de los carbamatos, haciendo que su permanencia en el suelo sea más corto, así mismo, Cisneros (1995), indica que en condiciones de campo la absorción del producto se ve afectada por las limitaciones que tengan las raíces para ponerse en contacto con las moléculas del producto, y cuando las raíces de las plantas presentan demasiados nódulos éstas no podrán ser absorbidas por la raíz atrofiada.

Tabla 7. Efecto en el peso fresco de plántulas de café bajo la aplicación de productos nematocínicos en forma preventiva y curativa

Clave	Peso fresco total (g)											
	Preventivo						Curativo					
	30 ddi		60 ddi		90 ddi		30 ddt		60 ddt		90 ddt	
T ₁ = Sin nematodos	T ₁	4,29 a	T ₃	5,71 a	T ₁	7,01 a	T ₉	7,08 a	T ₉	11,47 a	T ₉	17,36 a
T ₂ = Con nematodos	T ₃	4,06 ab	T ₁	5,56 a	T ₃	6,86 a	T ₁₁	6,97 a	T ₁₀	11,07 a	T ₁₀	15,78 b
T ₃ = Gallinaza	T ₅	3,68 bc	T ₅	4,36 b	T ₁₀	5,66 b	T ₁₀	6,30 ab	T ₁₂	9,04 b	T ₈	14,43 b
T ₄ = Paecilomyces	T ₉	3,39 c	T ₁₀	4,15 b	T ₅	4,89 bc	T ₁₂	5,98 bc	T ₁₁	8,97 b	T ₁₂	12,46 c
T ₅ = Trichoderma	T ₁₀	3,33 c	T ₉	4,02 b	T ₈	4,72 c	T ₃	5,91 bc	T ₈	8,47 b	T ₁₁	10,40 d
T ₆ = Hunter	T ₇	3,25 c	T ₈	4,01 b	T ₆	4,69 c	T ₅	5,09 cd	T ₃	6,97 c	T ₃	9,25 de
T ₇ = Elenquo	T ₈	3,21 c	T ₇	3,99 b	T ₄	4,59 c	T ₁	4,51 de	T ₄	6,44 cd	T ₇	8,38 ef
T ₈ = Nemathor	T ₄	3,19 c	T ₆	3,98 b	T ₉	4,55 c	T ₄	4,49 de	T ₇	6,05 cd	T ₁	8,16 ef
T ₉ = Releaf	T ₆	3,18 c	T ₂	3,95 b	T ₂	4,50 c	T ₈	4,45 de	T ₁	6,04 cd	T ₄	7,41 fg
T ₁₀ = Oxamyl	T ₂	3,17 c	T ₄	3,94 b	T ₇	4,45 c	T ₆	4,41 de	T ₅	5,57 de	T ₅	6,80 fgh
T ₁₁ = Diazinon	T ₁₁	2,57 d	T ₁₁	2,18 c	T ₁₁	3,60 d	T ₇	4,38 de	T ₆	5,42 de	T ₆	5,87 gh
T ₁₂ = Carbofurán	T ₁₂	2,40 d	T ₁₂	2,05 c	T ₁₂	2,73 e	T ₂	3,86 e	T ₂	4,84 e	T ₂	5,71 h

Preventivo: Trasplante + Aplicación Nematocínicos y 20 días después inoculación de *Meloidogyne* aplicación de Nematocínicos.

ddi: después del tratamiento

ddt: después de la inoculación

Curativo: Trasplante + Inoculación de *Meloidogyne* y 30 días después

4.2.4. Peso seco

De acuerdo con los resultados del ANVA (Anexos: Tabla 34, 35, 36, 52, 53 y 54) existen diferencias estadísticas entre los tratamientos para el factor peso seco de la planta, cuando los productos son aplicados 30 días antes y 30 días después de la inoculación de huevos y J₂ de *Meloidogyne* spp.

Los resultados obtenidos en la Tabla 8, según la prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$), evidencian que existe diferencias estadísticas entre la media de los tratamientos, correspondiente al peso seco de la planta a los 30, 60 y 90 días cuando los tratamientos fueron aplicados de manera preventiva y curativa.

En el ensayo preventivo, la inoculación con *Meloidogyne* spp en el tratamiento T₂ (Testigo: con nematodos) luego de 90 días, redujo 30,48 % del peso seco de la planta respecto al T₁ (Testigo: sin nematodos) que fue el tratamiento que no recibió la inoculación. Así mismo, luego de 90 días en el ensayo curativo, el T₂ (Testigo: con nematodos) registró una disminución en el peso seco de la planta de 30,19 % respecto al T₁ tratamiento sin inoculación. Los tratamientos T₁₁ (Diazinon) y T₁₂ (Carbofurán) aplicados preventivamente durante los 90 días, presentaron los menores valores para el peso seco de la planta incluso fueron inferiores al T₂ (Testigo: con nematodos); siendo así que el T₁₂ (Carbofurán) a los 90 días, presentó un valor de 0.66 g en el peso seco, debido a las quemaduras que sufrió la planta a causa del tratamiento lo cual produjo una defoliación afectando el peso seco.

En el ensayo preventivo, se observa que durante los 90 días el tratamiento T₃ (Gallinaza) se encuentra en un mismo nivel de significancia con el tratamiento T₁ (Testigo: sin nematodos) el que presentó mayores valores en peso seco con respecto a los demás tratamientos; esto debido a que el abono orgánico aporta nutrientes a la planta y se ve reflejado en el peso seco, ya que a pesar de presentar un grado de nodulación 2 no afectó en este parámetro; esto también es corroborado por Ávila et al. (2007), que tras investigaciones realizadas mencionan que luego de la aplicación de este abono orgánico se obtienen mejores resultados en el incremento del peso seco de las plantas.

El tratamiento T₉ (Releaf) aplicado curativamente, durante los 90 días obtuvo los mayores valores en peso seco, superando al T₁ (Testigo: sin nematodos) y encontrándose en un mismo nivel de significancia con el T₁₀ (Oxamyl) que fue el tratamiento que ejerció control en la población de nematodos; lo cual indica que este producto a pesar de no tener un efecto de control en la población de nematodos consigue reanudar el crecimiento foliar y radicular de la planta.

Tabla 8. Efecto en el peso seco de plántulas de café bajo la aplicación de productos nematóxicos en forma preventiva y curativa

Clave	Peso seco total (g)								
	Preventivo						Curativo		
	30 ddi	60 ddi	90 ddi	30 ddt	60 ddt	90 ddt			
T ₁ = Sin nematodos	T ₁ 1,07 a	T ₁ 1,42 a	T ₁ 1,87 a	T ₉ 2,01 a	T ₉ 2,64 a	T ₉ 4,58 a			
T ₂ = Con nematodos	T ₃ 1,00 ab	T ₃ 1,39 a	T ₃ 1,80 ab	T ₁₁ 1,56 a	T ₁₀ 2,63 a	T ₁₀ 4,26 a			
T ₃ = Gallinaza	T ₅ 0,92 abc	T ₅ 1,24 ab	T ₁₀ 1,57 bc	T ₁₀ 1,49 a	T ₁₂ 2,22 b	T ₈ 3,48 b			
T ₄ = Paecilomyces	T ₆ 0,83 bcd	T ₁₀ 1,18 ab	T ₈ 1,57 bc	T ₁₂ 1,41 a	T ₁₁ 2,07 bc	T ₁₂ 3,11 bc			
T ₅ = Trichoderma	T ₁₀ 0,81 cde	T ₈ 1,07 b	T ₅ 1,48 c	T ₃ 1,36 a	T ₈ 2,07 bc	T ₁₁ 2,65 cd			
T ₆ = Hunter	T ₄ 0,81 cde	T ₉ 1,06 b	T ₆ 1,45 c	T ₅ 1,10 ab	T ₃ 1,88 bcd	T ₃ 2,48 d			
T ₇ = Elenquo	T ₇ 0,80 cde	T ₆ 1,05 b	T ₄ 1,42 c	T ₁ 1,10 ab	T ₄ 1,71 cde	T ₇ 2,41 de			
T ₈ = Nemathor	T ₉ 0,80 cde	T ₇ 1,01 b	T ₇ 1,39 c	T ₇ 1,06 bc	T ₇ 1,61 de	T ₁ 2,12 def			
T ₉ = Releaf	T ₈ 0,78 cde	T ₄ 1,00 b	T ₉ 1,39 c	T ₈ 1,05 c	T ₁ 1,52 de	T ₄ 1,90 efg			
T ₁₀ = Oxamyl	T ₂ 0,76 cde	T ₂ 0,99 b	T ₂ 1,30 c	T ₆ 1,01 c	T ₅ 1,51 de	T ₅ 1,82 fg			
T ₁₁ = Diazinon	T ₁₁ 0,65 de	T ₁₁ 0,56 c	T ₁₁ 0,96 d	T ₄ 0,98 c	T ₆ 1,42 e	T ₆ 1,54 fg			
T ₁₂ = Carbofurán	T ₁₂ 0,62 e	T ₁₂ 0,52 c	T ₁₂ 0,66 e	T ₂ 0,96 d	T ₂ 1,37 e	T ₂ 1,48 g			

Preventivo: Trasplante + Aplicación Nematóxicos y 20 días después inoculación de *Meloidogyne* aplicación de Nematóxicos.

ddi: después del tratamiento

ddi: después de la inoculación

Curativo: Trasplante + Inoculación de *Meloidogyne* y 30 días después

4.3. Efecto de los tratamientos en aplicación curativa bajo tres frecuencias en aspectos patogénicos de *Meloidogyne* spp

Los aspectos patogénicos evaluados en plántulas de café de la variedad Catimor 8667 fueron número de nódulos, grado de nodulación, población final y tasa de reproducción de *Meloidogyne* spp cuando los tratamientos fueron aplicados en forma curativa bajo tres frecuencias a los 30, 60 y 90 días después de la inoculación de nematodos.

4.3.1. Número de nódulos, población final y tasa de reproducción

De acuerdo con los resultados del ANVA (Anexo: Tabla 55, 56 y 57) existen diferencias estadísticas entre los tratamientos para el factor número de nódulos, población final y tasa de reproducción, cuando los tratamientos son aplicados en forma curativa 30, 60 y 90 días después de la inoculación de *Meloidogyne* spp.

Los resultados obtenidos en la Tabla 9, según la prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$), evidencian que existe diferencias estadísticas entre la media de los tratamientos correspondiente al número de nódulos en la raíz, población final y tasa de reproducción cuando los tratamientos son aplicados 30, 60 y 90 días después de la inoculación de nematodos.

Los tratamientos T₄ (Paecilomyces) y T₅ (Trichoderma) resultaron ser estadísticamente iguales al T₂ (Testigo: con nematodos), presentando un grado de nodulación 5 (Figura 6 y 9), lo que indica que a pesar del uso de estos productos con tres frecuencias en forma curativa, no tuvieron un control efectivo en la población de *Meloidogyne* spp; por lo que Brants et al. (2000, como se citó en Requena, 2013), afirman que *T. harzianum* presenta actividad nematicida principalmente en el suelo pero no en el interior de las raíces y una vez que los J₂ logran penetrar en las raíces de las plantas, este hongo pierde su efecto.

Los tratamientos T₃ (Gallinaza) y T₁₀ (Oxamyl) al igual que los anteriores ensayos registran un control efectivo en la población de nematodos presentando un grado de nodulación 0 (Figura 9); resultados similares son descritos por Abuslin y Vaca (2017), que haciendo 2 aplicaciones con Oxamyl cada 7 días observaron reducciones en la población de nematodos. El resultado más relevante se observa en el tratamiento T₁₁ (Diazinon) ya que cuando éste fue aplicado con una sola frecuencia registró un grado de nodulación 4 y en este ensayo presentó un grado de nodulación 2 con 5,83 nódulos (Figuras 8 y 9), observándose así una reducción en el grado de nodulación de 4 a 2 cuando éste es aplicado de manera curativa con tres frecuencias, presentando una tasa de reproducción de 0,33; evidenciando un mejor efecto de control en la población de nematodos *Meloidogyne* spp.

La aplicación de los químicos Oxamyl, Diazinon y Carbofurán probados en los tres ensayos evidenciaron que solo el Oxamyl controló la población de nematodos tanto en forma preventiva y curativa (una sola aplicación y tres frecuencias de aplicación), así mismo, el Diazinon tuvo efecto positivo cuando se aplicó en forma preventiva y curativa (solo con tres frecuencias de aplicación); mientras que el Carbofurán solamente fue efectivo en forma preventiva, lo cual puede deberse a ciertos factores en el suelo, que impiden que estos químicos actúen de la misma manera ya que todos inhiben la encima acetilcolinesterasa, ya que Wram y Zasada (2019), mencionan que factores como el tipo de suelo, la afinidad del nematicida con la materia orgánica, la movilidad del nematicida, la cantidad de agua aplicada con el nematicida, la velocidad de degradación microbiana y la vida media del nematicida, afectan el movimiento y la retención del nematicida en el suelo, ya que estos autores demostraron que el Oxamyl se degradó a diferentes velocidades según la temperatura del suelo, la humedad del suelo y el tipo de suelo. En dicho estudio, un aumento en la temperatura del suelo y el tipo de suelo arcilloso - arenoso condujo a un aumento en la degradación del Oxamyl, mientras que la baja humedad del suelo condujo a la retención del Oxamyl; lo cual pudo haber pasado con alguno de los químicos que solo lograron controlar la población de nematodos en forma preventiva, así mismo, Arboleda et al. (2010), mostraron tras los ensayos realizados que para tener mejores efectos en la población de *Meloidogyne* spp se debe utilizar dosis más altas de Carbofurán que lo recomendable a nivel comercial, pero esto afectaría al ambiente y a los humanos debido a su alta toxicidad; a esto se le suma la característica de endoparásito sedentario del nematodo *Meloidogyne* spp lo cual le permite sobrevivir dentro de la planta (Rosales et al., 1996, como se citó en Urbina y Matus, 2009), por lo que el resto de los tratamientos no resultaron ser efectivos en el control.



Figura 6. Número de nódulos en los tratamientos T₄ (Paecilomyces) - A y T₅ (Trichoderma) - B, en forma curativa con tres frecuencias de aplicación.



Figura 7. Número de nódulos en los tratamientos T₂ (Testigo: con nematodos) - A, T₈ (Nemathor) - B, T₉ (Releaf) - C y T₁₂ (Carbofurán) - D, aplicado con tres frecuencias en forma curativa.



Figura 8. Raíces de los tratamientos T₁ (Testigo: sin nematodos) - A, T₃ (Gallinaza) - B, T₁₀ (Oxamyl) - C y T₁₁ (Diazinon) - D, tratadas de manera curativa bajo tres frecuencias.

Tabla 9. Efecto en el número de nódulos, población final y tasa de reproducción en plántulas de café bajo tres frecuencias de aplicación de los tratamientos en forma curativa

Clave	Número de nódulos			Población final			Tasa de reproducción		
T ₁ = Sin nematodos	T ₁	0,00	a	T ₁	0,00	a	T ₁	0,00	a
T ₂ = Con nematodos	T ₃	0,00	a	T ₃	0,00	a	T ₃	0,00	a
T ₃ = Gallinaza	T ₁₀	0,00	a	T ₁₀	0,00	a	T ₁₀	0,00	a
T ₄ = Paecilomyces	T ₁₁	5,83	a	T ₁₁	162,75	a	T ₁₁	0,33	a
T ₅ = Trichoderma	T ₁₂	68,00	b	T ₁₂	689,00	b	T ₁₂	1,38	b
T ₆ = Hunter	T ₇	84,42	c	T ₆	1 228,5	c	T ₆	2,46	c
T ₇ = Elenquo	T ₆	85,58	c	T ₇	1 739,75	d	T ₇	3,48	d
T ₈ = Nemathor	T ₂	120,83	d	T ₅	1 799,00	d	T ₅	3,60	d
T ₉ = Releaf	T ₄	123,17	d	T ₄	1 914,25	d	T ₄	3,83	d
T ₁₀ = Oxamyl	T ₅	124,00	d	T ₉	6 659,00	e	T ₉	13,32	e
T ₁₁ = Diazinon	T ₉	164,33	e	T ₂	7 569,75	f	T ₂	15,14	f
T ₁₂ = Carbofurán	T ₈	174,33	e	T ₈	9 307,75	g	T ₈	18,62	g

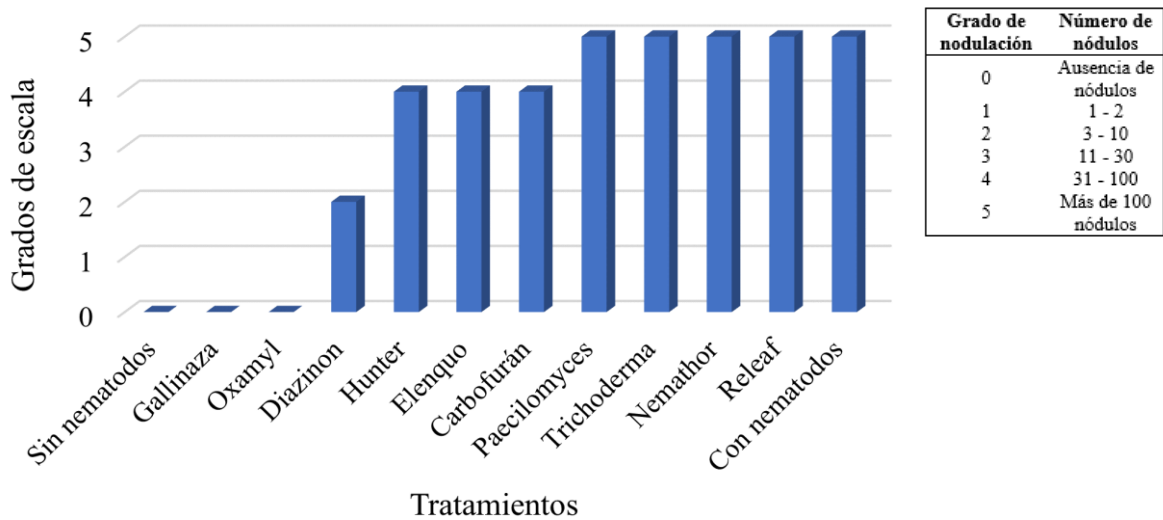


Figura 9. Grado de nodulación según la escala propuesta por el Proyecto Internacional de *Meloidogyne* (PIM) de plantas de café, con tres frecuencias de aplicación de los tratamientos en forma curativa.

4.4. Efecto de *Meloidogyne* spp en aspectos biométricos de plántulas de café por la aplicación curativa bajo tres frecuencias de los tratamientos

Los parámetros biométricos evaluados en las plántulas de café de la variedad Catimor 8667 fueron altura, diámetro de tallo, peso fresco y seco cuando los tratamientos fueron aplicados con tres frecuencias en forma curativa, después de la inoculación de huevos y J₂ de *Meloidogyne* spp.

4.4.1. Altura de planta y diámetro del tallo

De acuerdo con los resultados del ANVA (Anexos: Tabla 58 y 59) existen diferencias estadísticas entre los tratamientos para el factor altura de planta y diámetro del tallo, cuando los productos son aplicados 30, 60 y 90 días después de la inoculación de nematodos.

La prueba de Duncan (Tabla 10) a una significancia de $\alpha = 0,05$; evidencia que existen diferencias estadísticas entre los tratamientos respecto a la altura de planta y diámetro del tallo, donde los tratamientos fueron aplicados con tres frecuencias a los 30, 60 y 90 días después de la inoculación de nematodos.

El efecto de *Meloidogyne* spp en el crecimiento de plantas y diámetro del tallo de café var. Catimor, al igual que en los anteriores ensayos que se realizó en este estudio, se observa en el tratamiento T₂ (Testigo: con nematodos) que reduce la altura y diámetro en 33 % y 12 % respectivamente, respecto a la altura y diámetro del tallo desarrollada en el

tratamiento testigo absoluto (T_1) que no recibió la inoculación de *Meloidogyne* spp (Figura 10), evidenciando que este nematodo afecta estos parámetros al no tener un control.



Figura 10. Altura de planta y diámetro del tallo entre el tratamiento T_2 (Testigo: con nematodos) y T_1 (Testigo: sin nematodos).

Los tratamientos T_9 (Releaf) y T_{10} (Oxamyl) alcanzaron la mayor altura de planta y diámetro del tallo, siendo el T_9 (Releaf) quien presentó los más altos valores seguido del tratamiento T_{10} (Oxamyl); donde se evidenció que el T_9 (Releaf) causó un efecto estimulante en el crecimiento y desarrollo de las plantas a pesar de no ejercer control en la población de nematodos. La cual puede estar influenciada por el ácido salicílico que aporta este producto ya que este compuesto incrementa la productividad en diversos cultivos debido a que es un componente fundamental en la regulación del crecimiento y desarrollo de las plantas (Tucuch et al., 2015; Sánchez et al., 2011); a diferencia del T_{10} (Oxamyl) que logró ejercer un control satisfactorio en la población de nematodos, gracias a su efecto inhibitor de la enzima acetilcolinesterasa. Por debajo de estos tratamientos, se encuentra el tratamiento T_3 (Gallinaza), que gracias a la acción y liberación de diversos compuestos durante su descomposición controló la población de nematodos, donde Montealegre (2005), menciona también que es debido al aumento de enemigos antagónicos a los nematodos. Así mismo, los tratamientos T_{11} (Diazinon) y T_{12} (Carbofurán) presentan alturas y diámetros del tallo estadísticamente iguales, debido a que las plantas tratadas con estos productos sufrieron toxicidad afectando su desarrollo (Figuras 11 y 12).



Figura 11. Altura y diámetro del tallo de los tratamientos: T₁ (Testigo: sin nematodos), T₃ (Gallinaza), T₁₀ (Oxamyl) y T₁₁ (Diazinon), de plantas tratadas en forma curativa con tres frecuencias de aplicación.



Figura 12. Altura y diámetro del tallo de los tratamientos: T₂ (Testigo: con nematodos), T₉ (Releaf), T₈ (Nemathor) y T₁₂ (Carbofurán), de plantas tratadas en forma curativa con tres frecuencias de aplicación.

4.4.2. Peso fresco y peso seco

De acuerdo con los resultados del ANVA (Anexos: Tabla 60 y 61) existen diferencias estadísticas entre los tratamientos para el factor peso fresco y peso seco de la planta cuando los tratamientos son aplicados 30, 60 y 90 días después de la inoculación de huevos y J₂ de *Meloidogyne* spp.

Los resultados obtenidos en la Tabla 10, según la prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$), evidencian que existe diferencias estadísticas entre la media de los tratamientos, correspondiente al peso fresco y peso seco cuando los tratamientos son aplicados en forma curativa 30, 60 y 90 días después de la inoculación de nematodos.

El efecto de *Meloidogyne* spp en el peso de plantas de café var. Catimor luego de aplicar los tratamientos con tres frecuencias, se observa en el tratamiento (T₂) que reduce el peso fresco 28 %. Así mismo, reduce la materia seca 29,69 % respecto al peso fresco y seco desarrollada en el tratamiento testigo absoluto (T₁) que no recibió la inoculación de *Meloidogyne* spp (Figura 10), resultados similares experimentaron Niño et al. (2008), quienes inoculando diferentes densidades poblacionales del nematodo del nódulo sobre *Physalis peruviana* (uchuva) en invernadero, determinaron que el tratamiento de 500 larvas J₂/100 cc suelo fue el que más afectó la altura de las plantas, el diámetro del tallo, la biomasa de follaje, el peso fresco de raíces. Por otra parte, Ferreira y Crozzoli (1995), reportaron que el peso fresco aéreo y el peso fresco total se vio reducido a partir de 0,25 huevos/cm³ de suelo.

El tratamiento T₉ (Releaf) presentó los mayores valores para el peso fresco y seco de las plantas, lo cual evidencia la influencia en todos los aspectos biométricos de la planta a pesar de no ejercer control en la población de nematodos. Seguidamente se encuentra el T₁₀ (Oxamyl) que fue el tratamiento que ejerció control en los nematodos del nódulo. El T₃ (Gallinaza) se encuentra en un mismo nivel de significancia que el T₁ (Testigo: sin nematodos) para el peso fresco y seco, ya que no existe diferencias estadísticas significativas entre ellas; esto debido a que el T₃ (Gallinaza) logró ejercer un efecto de control en la población de nematodos y ejerció un mejor desarrollo en las plantas, ya que Beltrán et al. (2019), indican que los análisis realizados a la gallinaza muestran tener mayor cantidad de nitrógeno, donde el más alto contenido de NH₄ es asimilable por las plantas; así mismo, presentó los mayores valores de P y PO₄, asumiendo que desde el punto de vista nutrimental este abono orgánico representa buenas fuentes de nutrientes para los cultivos. Por lo cual, Montealegre (2005), manifiesta que podría deberse a la acción fumigante de la gallinaza ya que durante su descomposición se liberan diversos gases volátiles como el ácido propiónico, ácido butírico, ácido sulfídrico, ácidos hidroxámicos, ácido fumárico, ácido málico, ácidosuccínico, ácidos fenólicos, ácido

cítrico, amonio, nitratos, etanol y otros alcoholes, metano y otros gases que perjudican a los nematodos.

El T₁₁ (Diazinon) y T₁₂ (Carbofurán) presentaron los menores valores en peso fresco y seco siendo estadísticamente iguales al T₂ (Testigo: con nematodos) encontrándose en un mismo nivel de significancia; esto debido a las aplicaciones consecutivas de los productos químicos lo cual afectó el peso fresco y la materia seca; ya que las plantas tratadas con Diazinon se tornaron amarillas a pesar que redujeron la población de nematodos, mientras las que fueron tratadas con Carbofurán presentaron quemaduras en los bordes de las hojas y no ejercieron control en la población final de nematodos. Los demás tratamientos no presentaron control en la población de nematodos por lo que se encuentran en un mismo nivel de significancia que el T₂ (Testigo: con nematodos), presentando poblaciones finales mayores que la población inicial inoculada, a excepción del T₁₁ (Diazinon) por razones explicadas ya anteriormente.

Tabla 10. Efecto en la altura, diámetro del tallo, peso fresco total y peso seco total de plántulas de café bajo tres frecuencias de aplicación de los tratamientos en forma curativa

Clave	Trat.	Altura (cm)	Diámetro del tallo (cm)	Peso Fresco Total (g)	Peso Seco Total (g)
T ₁ = Sin nematodos	T ₉	20,49 a	T ₉ 3,55 a	T ₉ 16,73 a	T ₉ 4,73 a
T ₂ = Con nematodos	T ₁₀	18,93 b	T ₁₀ 3,19 b	T ₁₀ 14,06 b	T ₁₀ 4,33 a
T ₃ = Gallinaza	T ₈	15,29 c	T ₃ 3,18 b	T ₈ 11,84 c	T ₃ 2,77 b
T ₄ = Paecilomyces	T ₁	15,29 cd	T ₈ 3,18 b	T ₃ 10,04 d	T ₈ 2,65 b
T ₅ = Trichoderma	T ₄	14,14 cde	T ₇ 2,87 c	T ₁ 9,99 d	T ₁ 2,56 b
T ₆ = Hunter	T ₇	13,95 cde	T ₁ 2,85 c	T ₄ 9,21 de	T ₄ 2,37 bc
T ₇ = Elenquo	T ₅	13,79 de	T ₄ 2,80 cd	T ₇ 8,95 def	T ₅ 2,00 cd
T ₈ = Nemathor	T ₃	13,78 de	T ₅ 2,77 cd	T ₅ 7,92 ef	T ₆ 1,88 d
T ₉ = Releaf	T ₁₁	13,52 e	T ₆ 2,69 cd	T ₆ 7,60 ef	T ₇ 1,85 d
T ₁₀ = Oxamyl	T ₁₂	13,31 e	T ₁₁ 2,52 d	T ₂ 7,20 f	T ₂ 1,80 d
T ₁₁ = Diazinon	T ₆	12,83 e	T ₂ 2,50 d	T ₁₂ 7,18 f	T ₁₂ 1,78 d
T ₁₂ = Carbofurán	T ₂	10,27 f	T ₁₂ 2,48 d	T ₁₁ 7,10 f	T ₁₁ 1,65 d

4.5. Costos de aplicación de los tratamientos en la producción de plántulas de café Catimor

El análisis económico mostrado en la Tabla 11, corresponde a los costos de producción de 5 000 plántulas; donde el tratamiento T₁ (Testigo: sin nematodos) obtuvo los mayores valores de B/C (1,51), debido al bajo costo ya que no se empleó ningún producto en comparación con los demás tratamientos. Así mismo, los tratamientos que ejercieron control en la población de *Meloidogyne* spp tanto en forma preventiva y curativa fueron los tratamientos T₃ (Gallinaza) y T₁₀ (Vydate) en la cual el mayor valor de B/C se obtiene en el tratamiento T₃ (Gallinaza) con 1,38 seguido del T₁₀ (Vydate) con 1,37. Por otra parte, los tratamientos T₁₁ (Diamond) y T₁₂ (Carbofurán) que aplicados preventivamente mostraron resultados satisfactorios presentaron un índice de 1,40; todos estos tratamientos registran índices mayor a uno (B/C > 1), es decir que las inversiones en los tratamientos muestran retornos positivos, lo que estaría indicando que se podría trabajar con cualquiera de los productos que ayudan a controlar los nematodos, sin embargo, es necesario tener en cuenta las mayores utilidades, ya que Carbonel (2011), menciona que es rentable si la relación es mayor o igual que 1, esto significa que se genera mayores beneficios que los costos incurridos.

Los tratamientos restantes presentan valores desfavorables, debido a que no lograron controlar la población de *Meloidogyne* spp obteniéndose un déficit mayor en los tratamientos T₆ (Hunter) y T₉ (Releaf) con S/ 324,90; demostrando que es necesario la aplicación de productos efectivos para el control de este nematodo.

Tabla 11. Análisis económico de la comparación de costos de producción para cada tratamiento en estudio

Clave	Tratamiento	Cantidad		Costo unitario	Costo de producción	Utilidad		Relación B/C	
		Producto	Tierra (t/ha)			Preventivo	Curativo	Preventivo	Curativo
T ₁	Agua (Test. abs.)	-	2,750	110	1 659,90	840,10	840,10	1,51	1,51
T ₂	Agua (Test. inoc.)	-	2,750	110	1 659,90	- 159,90	- 159,90	0,90	0,90
T ₃	Gallinaza	500 kg	2,750	260	1 809,90	690,10	690,10	1,38	1,38
T ₄	Mata nem	200 g	2,750	145	1 694,90	- 194,90	- 194,90	0,89	0,89
T ₅	Trichops	200 g	2,750	155	1 704,90	- 204,90	- 204,90	0,88	0,88
T ₆	Hunter	1 l	2,750	275	1 824,90	- 324,90	- 324,90	0,82	0,82
T ₇	Elenquo	1 l	2,750	190	1 739,90	- 239,90	- 239,90	0,86	0,86
T ₈	Nemathor	1 l	2,750	195	1 744,90	- 244,90	- 244,90	0,86	0,86
T ₉	Releaf	1 l	2,750	275	1 824,90	- 324,90	- 324,90	0,82	0,82
T ₁₀	Vydate	1 l	2,750	270	1 819,90	680,10	680,10	1,37	1,37
T ₁₁	Diamond 60 EC	1 l	2,750	230	1 779,90	720,10	- 279,90	1,40	0,84
T ₁₂	Furadán 4F	1 l	2,750	230	1 779,90	720,10	- 279,90	1,40	0,84

Costo/plantón sano (S/) : 0,50
 Costo/plantón enfermo (S/) : 0,30

Plantones en campo definitivo : 5 000
 Bolsa con sustrato : 0,50 Kg.

V. CONCLUSIONES

1. Los productos nematódicos que muestran tener el mejor efecto supresor en el grado de nodulación de *Meloidogyne* spp en aplicaciones preventivas fueron Diazinon, Oxamyl, Carbofurán y Gallinaza, mientras en forma curativa destacaron Gallinaza y Oxamyl; sin embargo, las plantas tratadas con Carbofurán y Diazinon presentaron fitotoxicidad temporal.
2. La aplicación curativa de Oxamyl y Releaf (Promotor de crecimiento) estimulan el mayor desarrollo en las características biométricas de la planta, sin embargo, la Gallinaza al ser un subproducto de mayor disponibilidad y de origen orgánico constituye la mejor alternativa en la producción de plantas de café.
3. La mayor rentabilidad en aplicación preventiva y curativa se obtuvo con el tratamiento T₃ (Gallinaza) con una relación beneficio costo de 1,38 y una utilidad de S/ 690,10. Seguida del tratamiento Oxamyl con una relación beneficio costo de 1,37; las cuales pueden ser incluidas en programas de manejo para el control de este nematodo.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

1. Realizar investigaciones usando productos preventivamente con tres frecuencias de aplicación y con diferentes niveles de inóculo de nematodos *Meloidogyne* spp.
2. Realizar investigaciones con productos amigables con el ambiente ya que algunos productos como el Carbofurán resultan ser altamente tóxicos.
3. Promover el uso de Gallinaza y Paecilomyces como parte de programas de manejo integrado en el control de *Meloidogyne* spp en producción de plántones de café, para ello coleccionar el hongo propio de la zona garantizando una mejor adaptación. Así mismo, el uso de Releaf para estimular el mayor desarrollo de las plantas luego de ser atacadas por este nematodo.

VII. REFERENCIAS

- Aballay, E. (2014). *Desarrollo de bionematicidas en Chile: Nuevas alternativas para el control de nemátodos*. <https://www.redagricola.com/cl/desarrollo-bionematicidas-chile-nuevas-alternativas-control-nematodos/>
- Abuslin, S. y Vaca, G. (2017). *Control del nematodo nodulador de la raíz *Meloidogyne incognita* en el cultivo de tomate utilizando los hongos *Pochonia chlamydosporia*, *Paecilomyces lilacinus*, el extracto botánico *Tagetes patula* y el nematicida oxamil* [Tesis de pregrado, Universidad de Zamorano]. Biblioteca Digital Wilson Popenoe. <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/6022>
- Amulu, L. y Adenkule, O. (2015). Comparative Effects of Poultry Manure, Cow Dung, and Carbofuran on Yield of *Meloidogyne incognita*-Infested Okra. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 17, 495-504.
- Agrios, G. (2010). *Enfermedades causadas por nematodos*, Fitopatología (2ª ed.). Editorial Limusa, S.A. México D. F.
- Alvarado, M. y Rojas, G. (2007). *Cultivo y beneficiado del café*. (1ª ed.). https://books.google.com.pe/books/about/Cultivo_y_beneficiado_del_caf%C3%A9.html?hl=es&id=15qrSG-5114C&redir_esc=y
- Arboleda, F., Guzmán, Ó. y Restrepo, J. (2010). Efecto in vitro de extractos acuosos de higuerilla (*Ricinus communis* Linneo) sobre el nematodo barrenador (*Radopholus similis* (cobb) thorne). *Agronomía*, 18, 25-36.
- Armando, C. (2019). Observatorio de Commodities: café. *Boletín de publicación trimestral abril – junio*. <https://repositorio.midagri.gob.pe/handle/20.500.13036/342>
- Araya, M. (1994). Distribución y niveles poblacionales de *Meloidogyne* spp. y *Pratylenchus* spp. en ocho cantones productores de café en Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 18(2), 183-187.
- Armendáriz, I., Quiña, D., Ríos, M. y Landázuri, P. (2015). *Nematodos fitopatógenos y sus estrategias de control*. (1ª ed.). Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE. https://www.researchgate.net/publication/284185706_nematodos_fitopatogenos_y_sus_estrategias_de_control
- Ávila, W., Sadeghian, S., Sánchez, P. y Castro, H. (2007). Producción de almácigos de café en el departamento de Santander con diferentes fuentes de materia orgánica y de fósforo. *Cenicafé*, 356, 1-12.

- Baños, Y., Concepción, A., Lazo, R., González, I. y Morejón, L. (2010). Efecto de enmiendas orgánicas y *Trichoderma* spp. en el manejo de *Meloidogyne* spp. *Revista Brasileira de Agroecología*, 5(2), 224-233.
- Beltrán, F., Nieto, A., Argenis, J., Ruiz, H., Troyo, E., Alcalá, J. y Murillo, B. (2019). Contenido inorgánico de nitrógeno, fósforo y potasio de abonos de origen natural para su uso en agricultura orgánica. *Terra Latinoamérica*, 37, 371-378.
- Bendezú, R. (2017). *Control de Meloidogyne sp. en vivero de Coffea arabica L. mediante quinoleína fenólica, Paecilomyces lilacinus y estiércol en la zona de Satipo*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio digital UNCP. <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/4026/Bendezu%20Castillo.pdf?sequence=1>
- Carbonel, J. (2011). *Proyectos agroindustriales y agronegocios*. (1ª ed.). Empresa Editora Macro. <http://sbiblio.uandina.edu.pe/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=16680>
- Carrasco, J., Vega, B. y Torres, A. (2020). Biofumigación. Una alternativa orgánica para la desinfección de suelos en invernaderos. <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/123456789/67318/NR42479.pdf?sequence=1>
- Cedeño, D., Rueda, A., Trabanino, R., Jaco, M. y Arévalo de Gauggel, G. (2005). *Control de Meloidogyne spp. en pepino (Cucumis sativa) con Micorriza Vesículo Arbuscular (VAM) (Mycoral®), Trichoderma harzianum y Paecilomyces lilacinus* [Tesis de pregrado, Universidad de Zamorano]. Repositorio de la Biblioteca Digital Wilson Popenoe. <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/5204>
- Chaves, M. (2014). *Densidad y diversidad de nematodos fitoparásitos y de suelo en sistemas orgánicos y convencionales de café en asocio con banano en el Valle Central y Occidental de Costa Rica* [Tesis de maestría en Agricultura Ecológica, Centro Agronómico Tropical De Investigación y Enseñanza]. Repositorio CATIE. <https://agritrop.cirad.fr/573471/>
- Cisneros, F. (1995). *Control de plagas agrícolas*. Lima, Peru [Archivo PDF]. <https://hortintl.cals.ncsu.edu/sites/default/files/articles/control-quimico-de-plagas.pdf>
- ComexPerú. (1 de octubre de 2021). *Exportación del café aún no se recupera*. ComexPerú. <https://www.comexperu.org.pe/articulo/exportacion-de-cafe-aun-no-se-recupera>
- Coyne, D., Nicol, J. y Claudius, B. (2007). *Nematología práctica: Una guía de campo y laboratorio*. SP-IPM Secretariat, International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Cotonou, Benin. <https://repository.cimmyt.org/handle/10883/1270>

- Crozzoli, R. (2015). *Nematodos*. Cupdf. <https://cupdf.com/document/59212037-1nematodoss.html>
- Cueva, I. (2016). *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* [Tesis de maestría en Agroecología y Ambiente, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio UTA. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/24141>
- Cuya, E. (2012). *Guía técnica: Manejo del riego y control del nematodo en el cultivo de granadilla* [Archivo PDF]. <https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/019-b-granadilla.pdf>
- Del Castillo, O., Collantes, C., Cox, G. y Wilson, J. (2014). Efecto de dos especies nativas de *Thichoderma* sobre huevos y juveniles de *Meloidogyne* sp. en condiciones de laboratorio. *Revista Científica de Estudiantes*, 2(1), 1–9.
- Delgado, B. (2020). La resistencia inducida como alternativa para el manejo de plagas en las plantas de cultivo. *Revista de Protección Vegetal*, 35(1), 1-12.
- Díaz, M., Flores, E. y Montalbán, Z. (2015). *Efectos de los abonos orgánicos a base de pulpa de café, compost, gallinaza en plántulas de café (*Coffea arabica*) en la finca “El bosque” Comunidad Buena vista, Municipio de San Juan del Rio Coco, departamento de Madriz, octubre 2012 - julio 2013* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-León] Repositorio UNAN. <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/3856/1/227737.pdf>
- Erazug, E. y Howard, F. (1982). Varietal response of tomato to the interaction of salinity and *Meloidogyne incognita* infection. *The Journal of Nematology*, 14(1), 57-62.
- Esquivel, M. (2013). *Métodos de extracción de nematodos. Curso optativo de nematología* [Archivo PDF]. <http://nemaplex.ucdavis.edu/Courseinfo/Curso%20en%20Español/LAB%201%20%20Extracci%C3%B3n%202013.pdf>
- Farfán, M. (2011). *Comportamiento del nemátodo del nódulo *Meloidogyne incognita* (kofoid & white, 1919) chitwood, 1949 con 12 productos químicos* [Tesis de maestría en Fitopatología, Universidad Nacional Agraria la Molina]. Repositorio CONCYTEC. <http://repositorio.concytec.gob.pe/handle/20.500.12390/116>
- Ferreira I., y Crozzoli R. (1995). Efectos del nematodo agallador *Meloidogyne exigua* sobre el crecimiento de plantas de café en vivero. *Nematologia mediterránea*, 23, 325 - 328.

- Gaitán, A., Villegas, C., Rivillas, C., Hincapié, E. y Arcila, J. (2011). *Almácigos de café: Calidad fitosanitaria, manejo y siembra en el campo*. *Cenicafé* [Archivo PDF]. <https://www.cenicafe.org/es/documents/AVT0404.pdf>
- García, M. (2004). *Estudio de la distribución horizontal de los nematodos fitoparásitos en áreas cultivadas con café de la cabecera municipal de San Vicente Pacaya, Escuintla* [Tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Repositorio USAC. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2056.pdf
- Giraldo, M. y Leguizamón, J. (1998). Control de *Meloidogyne* spp. en almácigos de café con el hongo *Paecilomyces lilacinus*. *Cenicafé*, 49 (2), 85-101.
- González, H. (2007). Nematodos fitoparásitos que afectan a frutales y vides en Chile. Santiago, Chile: Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. no. 149. <https://biblioteca.inia.cl/handle/20.500.14001/7106>
- Guzmán, O., Castaño, J. y Villegas, B. (2012). Principales nematodos fitoparásitos y síntomas ocasionados en cultivos de importancia económica. *Agronomía*, 20 (1), 38-50.
- Heredia, B. (2011). *Guía técnica para el cultivo de Café*. (1ª ed.). ICAFE-CICAFE. <http://www.icafe.cr/wp-content/uploads/cicafe/documentos/GUIA-TECNICA-V10.pdf>
- Hidalgo, D. (2008). *Actividad nematocida sobre Meloidogyne hapla de extractos acuosos de especies arbóreas y arbustivas de la zona sur de Chile*. [Tesis de pregrado, Universidad Austral de Chile]. Repositorio UACH. <https://www.yumpu.com/es/document/view/47497104/actividad-nematicida-sobre-meloidogyne-hapla-de-extractos-acuosos->
- Integrated Taxonomic Information System. (2013). *Sistema integrado de información taxonómica*. *Taxonomic Serial No.: 63579*. [http://www.catalogueoflife.org/annual-checklist/2013/details/species/id/6906887/so urce/tree](http://www.catalogueoflife.org/annual-checklist/2013/details/species/id/6906887/so%20urce/tree)
- Integrated Taxonomic Information System. (2018). *Sistema integrado de información taxonómica*. *Taxonomic Serial No.: 35190*. <https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt#null>
- Jiménez, H. (2018). *Generalidades del cultivo de café, Diplomado En Producción Sostenible y Empresarialde Café*. <https://es.scribd.com/document/430256368/Generalidades-del-cafe>
- Junta Nacional de Café. (2020). *El café de Perú*. <https://juntadelcafe.org.pe/el-cafe-de-peru/>

- Lazarovits, G., Tenuta, M. y Conn, K. L. (2001). Organic Amendments as a Disease Control Strategy for Soilborne Diseases of High-value Agricultural Crops. *Australian Plant Pathology.*, 30, 111–117
- Leguizamón, J. (1990). Los nematodos del cafeto en Colombia y su control. *50 años de Cenicafé 1938 1988: Conferencias conmemorativas.* Cenicafé. <https://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/713>
- López, J. (2002). *Eficiencia de productos orgánicos en la reducción de la población de Meloidogyne sp. en rosas (Rosae sp)* [Archivo PDF]. https://www.soiltechcorp.com/images/uploads/product_PDFs/Control_de_Nematodos%28Espanol%29.pdf
- Marin, L. (2020). *El árbol y el entorno del café.* <https://es.scribd.com/document/464338774/EL-ARBOL-Y-EL-ENTORNO-DEL-CAFE>
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2020). *MINAGRI y el sector cafetalero impulsan estrategia para la promoción del consumo de café peruano.* <https://www.gob.pe/institucion/sse/noticias/317968-minagri-y-el-sector-cafetalero-impulsan-estrategia-para-la-promocion-del-consumo-de-cafe-peruano>
- Moens, M., Perry, R. y Starr, J. (2009). *Meloidogyne* species: a diverse group of novel and important plant parasites. *Root-knot nematodes.* CABI. <http://doi.org/10.1079/9781845934927.0001>
- Montealegre, J. R. (2005). Control de nemátodos fitoparásitos mediante uso de materia orgánica, En J. C, Magunacelaya (Ed.), *Control biológico e integrado de enfermedades y nematodos en frutales y hortalizas.* Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. <https://libros.uchile.cl/files/presses/1/monographs/221/submission/proof/files/assets/basic-html/page3.html>
- Niño, N., Arbeláez G. y Navarro R. (2008). Efecto de diferentes densidades poblacionales de *Meloidogyne hapla* sobre uchuva (*Physalis peruviana* L.) en invernadero. *Agronomía Colombiana*, 26(1), 58-67.
- Oka, Y. (2010). Mechanisms of Nematode Suppression by Organic Soil Amendments review. *Applied Soil Ecology*, 44, 101-115.
- Ordoñez, M. (2015). *Producción de semilleros y viveros de café.* [Archivo PDF]. <https://es.scribd.com/document/343195823/PRODUCCION-DE-SEMILLEEROS-Y-VIVEROS-DE-CAFE-pdf>

- Poveda, J. (1990). *Determinación de la distribución y frecuencia de fitonematodos asociados al cultivo de Melón (Cucumis Melo L.) y evaluación de tácticas para combatir Meloidogyne incognita (Cofoid y White) (Chitwood) en la región de Azuero, Panamá* [Tesis de maestría, Centro Agronómico Tropical De Investigación y Enseñanza]. Repositorio CATIE. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/4755>
- Puertas, A. e Hidalgo, L. (2009). *Nematodos fitoparásitos: Los nematodos formadores de agallas, tácticas para su manejo*. Monografías. <https://www.monografias.com/trabajos75/nematodos-fitoparasitos-manejo-formadores-agallas/nematodos-fitoparasitos-manejo-formadores-agallas2.shtml>
- Quesada, Y., Fernández, E., Casanueva, K., Ponce, E. y Márquez, M. (2019). Actividad biológica de nuevas cepas cubanas de *Trichoderma* spp. efectivas en el control de *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood. *Revista Cubana de Ciencias Biológicas*, 7(1), 1-9.
- Requena, A. (2013). *Control biológico de Meloidogyne incognita en Pimiento (Capsicum annum)* [Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Cartagena]. Repositorio UPCT. <https://repositorio.upct.es/handle/10317/4019?show=full>
- Rojas, M. y Salazar, L. (2013). Densidad crítica de *Meloidogyne exigua* en plantas de almácigo de café variedad caturra. *Agronomía Costarricense*, 37(2), 115-123.
- Romero, D. (2004). *Efectos de la aplicación de Paecilomyces lilacinus en el control de Meloidogyne spp. en pepino*. [Tesis de pregrado, Proyecto especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano]. Repositorio de la Biblioteca Digital Wilson Popenoe. <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/2125>
- Saire, L. (2017). *Productos químicos alternativos e ingredientes activos comercialmente nuevos para el control de Meloidogyne incognita en tomate en invernadero* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio ALICIA. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNAL_197a026359c868917fdc8b74f7804e27
- Sánchez, I. (2006). *Determinación de la época óptima de aplicación de nemacur y extracto de quillay, para el control de Meloidogyne spp. en cinco estados fenológicos de vid cv. Chardonnay* [Tesis de pregrado, Universidad de Chile]. Repositorio UChile. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/101845>
- Sánchez, J. (2015). *Plan de manejo de café en el ámbito del VRAEM*. Docplayer. <https://docplayer.es/87138239-Plan-de-manejo-de-cafe-en-el-ambito-del-vraem.html>

- Sánchez, E., Barrera, R., Muñoz, E., Ojeda, D. y Anchondo, A. (2011). Efecto del ácido salicílico sobre biomasa, actividad fotosintética, contenido nutricional y productividad del chile jalapeño. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 17(1), 63-68.
- Sánchez, M. y Sánchez, M. (1984). *Los plaguicidas. Adsorción y evolución en el suelo. Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología*. <https://digital.csic.es/bitstream/10261/12919/1/plaguicidas.pdf%3B>
- Sasser J., Carter, C. y Hartman, K. (1984). *Standardization of Host Suitability Studies and Reporting of Resistance to Rook-Knot Nematodes. Crop Nematode Research and Control Proyect. CNRCP* [Archivo PDF]. https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNAAR709.pdf
- Servicio Nacional de Sanidad Agraria. (2021). *Cajamarca, Junín y San Martín son las regiones con mayor producción de café para exportación*. Gob.pe. <https://www.gob.pe/institucion/senasa/noticias/513753-cajamarca-junin-y-san-martin-son-las-regiones-con-mayor-produccion-de-cafe-para-exportacion>
- Siddiqui, I. y Shaukat, S. (2004). *Trichoderma harzianum* enhances the production of nematicidal compounds in vitro and improves the biocontrol of *Meloidogyne javanica* by *Pseudomonas fluorescens* in tomato. *Letters in Applied Microbiology*, 38, 169–175.
- Sotomayor, I. (1993). *Manual del cultivo de café*. Quevedo, EC: INIAP, Estación Experimental Tropical Pichilingue. <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/1619>
- Sotomayor, I. y Duicela, L. (1988). *Manual práctico de semilleros y viveros de café* [Folleto]. <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/1633>
- Suarez, B., Rey, M., Castillo, P., Monte, E. y Llobel, A. (2004). Isolation and characterization of PRA1, a trypsin - like protease from the biocontrol agent *Trichoderma harzianum* CECT 2413 displaying nematicidal activity. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 65(1), 46-55. <https://doi.org/10.1007/s00253-004-1610-x>
- Talavera, R. (2003). *Manual de nematología agrícola: Introducción al análisis y al control nematológico para agricultores y técnicos de agrupaciones de defensa vegetal*. <http://www.caib.es/sacmicrofront/archivopub.do?ctrl=CNTSP722ZI4569&id=4569>
- Talavera, M. y Verdejo, S. (18 de febrero de 2015). *Gestión de nematodos fitoparásitos. Interempresas. Anales sectoriales*. <https://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/133376-Gestion-de-nematodos-fitoparasitos.html>
- Taylor, A. y Sasser, J. (1983). *Biología, identificación y control de los nematodos del nódulo de la raíz (especies de Meloidogyne)*. Universidad del Estado de Carolina del Norte.

- <https://www.worldcat.org/title/biologia-identificacion-y-control-de-los-nematodos-de-nodulo-de-la-raiz-especies-de-meloidogyne/oclc/11008592>
- Thoden, T., Korthals, G. y Termorshuizen, A. (2011). Organic Amendments and their Influences on Plantparasitic and Free-living Nematodes: A Promising Method for Nematode Management. *Journal Nematology*, 13, 133–153.
- Tucuch, C., Alcántar, G. y Larqué, A. (2015). Efecto del ácido salicílico en el crecimiento de la raíz y biomasa total de plántulas de Trigo. *Revista Terra Latinoamericana*, 33, 63-68.
- Urbina, J. y Matus, G. (2009). *Evaluación del comportamiento poblacional de nematodos fitoparásitos asociados a diferentes sistemas de manejo de café en el municipio de Masatepe, departamento de Masaya (ciclo 2007-2008)* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio CATIE. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/8035>
- Van Eck, A., Eguiguren, R., Défaz, M., Revelo, J. y Cedeño, G. (1984). *Técnicas de laboratorio en nematología* [Archivo PDF]. <https://repositorio.iniap.gob.ec/jspui/bitstream/41000/435/1/iniapscbt54t.pdf>
- Villalba, D., Baeza, C. y Gil, L. (1988). *Nematodos fitoparásitos, Tecnología del cultivo del café* [Archivo PDF]. <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/717/11/11%20Nematodos%20fitopar%C3%A1sitos%20cafeto.pdf>
- Vinueza, P., Crozzoli, R., y Perichi G. (2006). Evaluación in vitro de extractos acuosos de plantas para el control del nematodo agallador *Meloidogyne incognita*. *Fitopatología venezolana*, 19(2), 26-31.
- Wram, C. y Zasada, I. (2019). Short-term effects of sublethal doses of nematicides in *Meloidogyne incognita*. *Phytopathology*, 109(9), 1605-1613.

ANEXOS

Tabla 12. Datos reales de evaluación de plantas de café en vivero, luego de 30 días de aplicados los tratamientos en forma preventiva

		Testigo absoluto	Testigo inoculado	Gallinaza	<i>P. lilacinus</i>	<i>Trichoderma</i> sp.	Hunter	Elenquo	Nemathor	Releaf	Oxamyl	Diamond 60	Furadán
ALTIMA DE PLANTA (cm)	I	9,4	7,6	9,6	7,4	7,5	9,7	8,1	7	8,5	7,3	7,6	7,5
	II	9,8	7,7	8,4	6,5	7,1	7,4	8	6,5	10,5	8,3	6,6	9,5
	III	9,4	7,8	8,3	8,1	7,4	7,2	8,4	8	9	8	8,4	8
	IV	9,5	6,8	8,2	7,5	7,1	6,4	8,3	7	8,8	8,2	7,4	8,4
	V	9,7	6,6	7,6	8,4	10,5	9,6	7	7,1	8,1	7,9	7	7,4
	VI	9,9	7,6	10,2	6,2	9,5	7,1	8,1	7,9	8,9	8,1	7,8	7,6
	VII	10,6	8,3	9,4	7,8	10,9	7,5	8,7	7,6	8,1	6,4	8,6	8,6
	VIII	8,9	7,6	7	7,6	10	6,9	7,8	9,9	7,9	7,4	8,2	8,6
	IX	7,6	7,4	8	7,7	7,6	6,5	7	7,3	7,1	7,9	7,2	7
	X	8,3	6,3	7,5	6,8	6,8	7,5	7,5	6,6	8,8	7,3	6,5	7,4
	XI	9,3	6,4	7,6	6,9	7,9	7	8,6	6,6	9,5	8	6,7	6,7
	XII	9,2	7,2	7,9	6,8	7,3	6,6	7,3	7,8	8,1	6	7	7
Diámetro del tallo (cm)	I	2,42	2,06	2,05	2	2,26	2,56	2,5	2,31	2,38	2,36	2,16	1,89
	II	2,94	1,98	2,23	2,07	2,04	2,18	2,67	2,18	2,62	2,29	2,08	2,22
	III	2,59	2,15	2,6	2,38	1,97	2,1	2,42	2,43	2,81	2,38	2,48	2,25
	IV	2,61	2,07	2,66	2,16	2,09	2,08	2,24	2,27	2,61	2,5	2,15	2,29
	V	2,59	1,95	2,09	2,3	2,68	2,3	2,16	2,36	2,26	2,49	2,11	2,09
	VI	2,09	1,99	2,04	2,5	2,36	2,48	2,41	2,6	2,37	2,57	2,02	2,19
	VII	2,51	2,07	2,21	2,29	2,67	2,38	2,45	2,18	2,16	2,59	2,36	2,15
	VIII	2,12	2,34	2,61	2,08	2,41	2,18	2,26	2,65	2,28	2,33	2,1	2,36
	IX	1,98	2,37	2,12	2,59	2,12	2,03	1,96	2,43	2,06	2,51	2,13	1,78
	X	1,93	1,95	2,4	1,95	2,21	2,32	2,3	2,14	2,46	2,22	2,04	2,16
	XI	2	2,06	2,11	2,03	2,29	2,27	2,16	2,25	2,48	2,33	2,18	2,08
	XII	2,08	1,91	2,11	2,16	2,32	1,97	2,22	2,27	2,2	2,01	2,36	2,27
Peso fresco total (g)	I	4,16	3,1	4,35	3,5	3,35	4,69	3,68	3,04	3,3	2,67	2,57	1,97
	II	4,83	3,36	4,39	3,01	2,66	3,39	3,38	2,57	4,88	3,55	2,23	3,4

	III	4,32	3,49	4,86	4,23	2,22	2,8	3,74	3,69	3,89	3,29	2,62	2,3
	IV	4,44	3,3	4,14	2,76	2,74	3,01	3,08	2,77	3,56	3,64	2,34	2,18
	V	4,79	2,88	4,42	3,55	7	3,97	2,99	3,05	3,31	3,32	2,4	2,53
	VI	4,05	3,31	6,31	3,87	4,28	3,28	3,56	3,64	3,25	3,82	2,77	2,27
	VII	5,11	3,95	4,57	3,91	5,49	3,51	3,57	3,36	2,81	2,96	3,23	3,05
	VIII	4,06	3,19	4,4	3,41	4,74	3,22	3,09	4,37	2,61	3,21	2,93	2,34
	IX	3,68	2,83	3,48	2,5	3,3	2,25	2,58	2,95	2,41	3,7	2,39	2,29
	X	3,81	2,88	2,51	2,48	2,44	3,5	2,81	2,42	3,35	2,72	2,23	2,09
	XI	4,41	2,59	2,79	2,49	3,14	2,35	3,42	2,77	4,44	4,13	2,44	2,27
	XII	3,83	3,11	2,53	2,52	2,76	2,13	3,11	3,87	2,89	2,92	2,68	2,09
Peso seco total (g)	I	1,03	0,73	0,91	0,83	0,74	1,14	0,84	0,67	0,78	0,65	0,62	0,44
	II	1,11	0,78	0,93	0,71	0,58	0,78	0,81	0,6	1,27	0,84	0,56	0,84
	III	1,05	0,8	1,05	0,92	0,55	0,64	0,84	0,88	0,92	0,8	0,64	0,54
	IV	1,08	0,76	0,94	0,64	0,61	0,68	0,76	0,66	0,8	0,89	0,59	0,58
	V	1,11	0,68	0,96	0,83	1,5	1,04	0,77	0,7	0,73	0,8	0,6	0,63
	VI	1,01	0,76	1,41	0,87	0,94	0,77	0,82	0,85	0,73	0,91	0,65	0,55
	VII	1,16	0,83	0,86	0,89	1,36	0,79	0,82	0,65	0,61	0,75	0,78	0,8
	VIII	1,01	0,75	0,92	0,75	1,06	0,78	0,77	1,22	0,58	0,81	0,73	0,58
Número de nódulos	I	0	64	8	43	44	12	58	31	28	0	7	0
	II	0	67	16	45	41	15	60	34	35	2	3	0
	III	0	59	23	37	37	20	49	33	29	2	2	0
	IV	0	60	11	34	39	23	53	44	31	0	0	0
	V	0	57	6	38	45	9	54	39	28	0	0	1
	VI	0	51	15	33	40	17	62	33	38	0	0	0
	VII	0	54	9	46	44	22	56	32	39	1	4	0
	VIII	0	51	6	40	38	18	52	37	36	1	6	0
	IX	0	55	5	35	38	17	56	37	28	0	0	0
	X	0	63	4	44	37	21	61	33	27	0	1	0
	XI	0	58	5	33	39	16	55	34	34	0	4	0

	XII	0	59	3	40	34	21	57	32	29	0	3	0
Grado de nodulación (PIM)	I	0	4	2	4	4	3	4	4	3	0	2	0
	II	0	4	3	4	4	3	4	4	4	1	2	0
	III	0	4	3	4	4	3	4	4	3	1	1	0
	IV	0	4	3	4	4	3	4	4	4	0	0	0
	V	0	4	2	4	4	2	4	4	3	0	0	1
	VI	0	4	3	4	4	3	4	4	4	0	0	0
	VII	0	4	2	4	4	3	4	4	4	1	2	0
	VIII	0	4	2	4	4	3	4	4	4	1	2	0
	IX	0	4	2	4	4	3	4	4	3	0	0	0
	X	0	4	2	4	4	3	4	4	3	0	1	0
	XI	0	4	2	4	4	3	4	4	4	0	2	0
	XII	0	4	2	4	4	3	4	4	3	0	2	0
Población final	I	0	1 387	319	243	307	438	294	580	570	0	2	0
	II	0	1 287	319	311	445	518	283	583	509	0	0	0
	III	0	1 414	413	308	473	475	317	649	569	0	3	0
	IV	0	1 518	338	246	419	495	324	688	528	0	1	0
Tasa de reproducción	I	0	2,774	0,638	0,486	0,614	0,876	0,588	1,16	1,14	0	0,004	0
	II	0	2,574	0,638	0,622	0,89	1,036	0,566	1,166	1,018	0	0	0
	III	0	2,828	0,826	0,616	0,946	0,95	0,634	1,298	1,138	0	0,006	0
	IV	0	3,036	0,676	0,492	0,838	0,99	0,648	1,376	1,056	0	0,002	0

Tabla 13. Datos reales de evaluación de plantas de café en vivero, luego de 60 días de aplicados los tratamientos en forma preventiva

		Testigo absoluto	Testigo inoculado	Gallinaza	<i>P. lilacinus</i>	<i>Trichoderma sp.</i>	Hunter	Elenquo	Nemathor	Releaf	Oxamyl	Diamond 60	Furadán
ALTURA DE PLANTA (cm)	I	10,6	8	7,6	7,7	8,4	9,2	9,4	8,6	8,2	7,5	9,6	6,6
	II	10,6	8,9	7	8,9	7,3	8,1	8,9	7,5	10	8,3	7,2	8,9
	III	10,6	8,6	6,6	7,6	8,1	9,3	6,5	9,2	8,6	8	7	9,3
	IV	9,4	9,1	11,5	8	8,5	7,9	8,9	8,4	9,5	8,6	9	7,7
	V	10	9	9,6	9,2	8,2	8,3	8	9,1	8,6	10,1	7	9,1
	VI	9,5	8,4	10,9	7	10,4	8,8	9,4	8,9	9,4	9,3	6,9	7,6
	VII	9,6	6,5	11,2	8,9	8,6	7,9	9,3	8,1	8,3	8,2	6,3	8,6
	VIII	9,6	8,3	13	7,9	13,2	8,4	8,7	7,5	8	9,7	8,2	8,9
	IX	10,9	7,9	9,7	8,1	8	7,6	7,4	8,7	8,4	7,9	7	9,4
	X	10,6	8,3	10,2	9	9,5	8,6	9,3	8	8,9	8,4	8	9,7
	XI	10,4	8,9	8,5	8,1	8,3	7,8	8,6	8,6	8,5	8,9	8	9,2
	XII	9,4	8,4	10,2	8,6	7,8	8,9	8,9	8,2	9,3	8,6	8,4	8,1
Diámetro del tallo (cm)	I	2,94	2,27	2,38	2,46	2,23	2,56	2,37	2,24	2,44	2,04	1,84	1,39
	II	2,88	2,08	2,22	2,56	2,14	2,24	2,74	2,37	2,83	2,42	1,63	1,99
	III	2,95	2,24	2,98	2,08	2,18	2,58	2,69	2,28	2,23	2,47	1,92	1,88
	IV	2,21	2,2	2,76	2,09	2,33	2,07	2,73	2,73	2,87	2,08	1,77	1,81
	V	2,49	2,25	2,78	2,49	2,32	1,99	2,4	2,48	2,21	2,93	1,82	2,08
	VI	2,01	2,26	3,4	1,92	2,77	2,15	2,83	2,32	2,35	2,39	1,78	1,69
	VII	2,23	1,75	3,08	2,08	2,39	2,14	2,67	2,24	2,24	2,37	2,03	2,03
	VIII	2,42	2,05	3,11	2,14	2,82	2,51	2,68	2,18	2,19	2,62	1,7	1,93
	IX	2,78	2,54	2,35	2,33	2,19	2,29	2,16	2,29	2,46	2,08	1,96	1,84
	X	2,61	2,09	2,83	2,26	2,42	2,6	2,16	2,55	2,23	2,08	1,62	2,05
	XI	2,32	2,29	2,5	2,24	2,17	2,26	2,1	2,82	2,28	2,86	1,99	2,06
	XII	2,36	2,35	2,55	2,27	2,1	2,29	2,37	2,24	2,7	2,62	2,08	1,83
Peso fresco total (g)	I	6,02	3,95	4,32	3,45	4,57	4,63	4,39	3,67	3,93	3,41	2,7	0,89
	II	6,59	3,69	3,74	4,66	2,59	3,82	5,59	3,29	5,54	4,31	2,04	1,93

	III	6,51	4,32	4,82	3,91	3,49	4,67	2,96	4,47	3,82	3,99	1,92	2,48
	IV	4,36	4,09	5,62	4,29	4,3	3,52	3,63	3,98	4,51	4,24	2,12	1,91
	V	5,52	4,29	5,11	4,51	3,85	3,92	3,4	4,82	3,19	5,18	1,79	2,14
	VI	4,86	4,6	7,17	2,52	5,98	3,99	3,84	4,05	3,92	4,35	1,68	2
	VII	5,1	2,46	5,52	3,94	4,34	3,41	4,52	3,48	3,66	3,39	2,3	1,6
	VIII	5,12	3,49	10,13	3,41	8	4,01	3,95	3,61	3,44	5,06	1,68	2,23
	IX	6,88	4,24	5,29	4,19	3,07	3,37	3,41	3,82	3,71	3,95	1,64	1,96
	X	4,92	3,99	6,24	4,56	4,99	4,19	5,32	4,19	3,93	3,44	2,56	3,19
	XI	5,84	4,25	4,93	3,67	3,71	3,66	3,76	4,94	3,92	4,48	2,57	2,68
	XII	5	4,05	5,62	4,19	3,48	4,53	3,15	3,81	4,67	4,03	3,17	1,62
Peso seco total (g)	I	1,48	0,99	1,14	0,95	1,23	1,13	1,11	1,06	1,05	0,85	0,71	0,31
	II	1,54	0,93	0,82	1,22	0,68	1,03	1,53	1,01	1,49	1,18	0,57	0,46
	III	1,53	1,14	1,16	1,01	0,98	1,13	0,52	1,09	0,99	1,12	0,54	0,64
	IV	1,24	1,08	1,5	1,1	1,12	0,98	1,01	1,08	1,12	1,18	0,61	0,52
	V	1,44	1,14	1,11	1,12	1,03	1,04	0,72	1,19	0,83	1,43	0,49	0,53
	VI	1,35	1,22	2	0,66	1,6	1,03	1,04	1,07	1,02	1,33	0,44	0,52
	VII	1,38	0,66	1,21	0,99	1,11	0,97	1,01	1,03	0,95	0,96	0,63	0,46
	VIII	1,4	0,76	2,18	0,95	2,13	1,07	1,14	1,03	0,99	1,41	0,45	0,68
Número de nódulos	I	0	65	1	49	42	44	62	37	37	0	0	0
	II	0	69	4	53	49	38	56	33	44	0	0	0
	III	0	67	1	41	35	58	55	44	36	0	0	0
	IV	0	71	7	44	47	39	78	40	35	0	0	0
	V	0	88	1	53	44	38	58	35	29	0	0	0
	VI	0	72	8	42	59	39	71	33	37	0	0	0
	VII	0	68	6	55	42	41	57	45	37	0	0	0
	VIII	0	66	0	47	44	40	63	31	28	0	0	0
	IX	0	68	4	39	36	34	51	30	29	0	0	0
	X	0	67	7	42	49	52	59	31	31	0	0	0
	XI	0	69	4	43	41	55	52	44	28	0	0	0

	XII	0	79	1	42	36	54	51	33	31	0	0	0
Grado de modulación (PIM)	I	0	4	1	4	4	4	4	4	4	0	0	0
	II	0	4	2	4	4	4	4	4	4	0	0	0
	III	0	4	1	4	4	4	4	4	4	0	0	0
	IV	0	4	2	4	4	4	4	4	4	0	0	0
	V	0	4	1	4	4	4	4	4	3	0	0	0
	VI	0	4	2	4	4	4	4	4	4	0	0	0
	VII	0	4	2	4	4	4	4	4	4	0	0	0
	VIII	0	4	0	4	4	4	4	4	3	0	0	0
	IX	0	4	2	4	4	4	4	3	3	0	0	0
	X	0	4	2	4	4	4	4	4	4	0	0	0
	XI	0	4	2	4	4	4	4	4	3	0	0	0
	XII	0	4	1	4	4	4	4	4	4	0	0	0
Población final	I	0	3 056	298	367	791	942	639	427	306	0	0	0
	II	0	3 308	266	329	757	916	683	449	285	0	0	0
	III	0	3 001	334	169	868	943	649	328	212	0	0	0
	IV	0	3 251	278	338	880	940	651	374	275	0	0	0
Tasa de reproducción	I	0	6,112	0,596	0,734	1,582	1,884	1,278	0,854	0,612	0	0	0
	II	0	6,616	0,532	0,658	1,514	1,832	1,366	0,898	0,57	0	0	0
	III	0	6,002	0,668	0,338	1,736	1,886	1,298	0,656	0,424	0	0	0
	IV	0	6,502	0,556	0,676	1,76	1,88	1,302	0,748	0,55	0	0	0

Tabla 14. Datos reales de evaluación de plantas de café en vivero, luego de 90 días de aplicados los tratamientos en forma preventiva

		Testigo absoluto	Testigo inoculado	Gallinaza	<i>P. lilacinus</i>	<i>Trichoderma</i> sp.	Hunter	Elenquo	Nemathor	Releaf	Oxamyl	Diamond 60	Furadán
ALTIMETRO DE PLANTA (cm)	I	14,1	10	10,8	9,5	9,7	9,4	9,1	10,3	9,9	10,6	10,2	8,6
	II	13,8	9,2	11,7	8,6	9,2	10,1	10	10	10,4	10,3	10	9,9
	III	13,9	9,5	11,5	10	9,3	10,4	11,4	9,8	9,8	10,5	8,9	8,1
	IV	13	8,9	11,5	9,4	9,8	9,9	9,6	10,4	10,7	9,9	10	8,8
	V	13,6	8,2	10,8	9,1	9	10	8,9	12,5	10,2	9,4	10,3	9,6
	VI	13,7	8,9	10,2	9	9,2	9,6	8,6	13,2	9,5	10	9,1	9,1
	VII	12,9	9,1	9,5	13	8,9	10,2	9,7	13,5	12	12,6	11,6	8,4
	VIII	13,5	8,4	10,1	8,5	10	9,9	9,2	9	9,7	13	10,9	8
	IX	14,1	9,2	10,7	8,9	9,2	9,5	8,9	8,3	10,1	12,7	9,5	8,3
	X	13,6	9,3	13,5	8	9,5	9,1	8	8,1	9,2	10,8	8,6	9,5
	XI	13,9	9,6	10,8	8,6	10	9,7	8,7	8,4	9	10,9	10	10,1
	XII	14	8,9	11,2	8,6	9,6	9,2	9,6	8,9	9,6	10,3	9,7	10,5
Diámetro del tallo (cm)	I	2,86	2,81	2,88	2,54	2,68	2,88	2,29	2,41	2,41	2,54	2,08	2,01
	II	2,62	2,59	2,94	2,25	2,46	3	2,9	2,3	2,59	2,51	2,02	2,52
	III	2,89	2,66	3,13	2,62	2,25	3,05	2,72	2,31	2,57	2,42	1,63	2,12
	IV	2,53	2,6	3,11	2,51	2,83	2,95	2,59	2,81	2,84	2,22	1,92	2,15
	V	2,68	2,1	3,21	2,98	2,43	3,07	2,82	3,37	2,57	2,12	2,26	2,51
	VI	2,79	2,17	2,98	2,67	2,61	2,57	2,75	3,45	2,28	2,37	1,63	2,52
	VII	2,68	2,21	2,74	2,79	2,49	2,93	2,65	3,56	3,29	2,78	2,18	2,18
	VIII	2,55	2,02	2,78	2,28	2,65	2,68	2,36	2,16	2,38	2,91	2,13	2,12
	IX	3,03	2,48	2,37	2,49	2,36	2,35	2,29	2,05	2,25	2,92	1,82	1,78
	X	2,55	2,49	2,94	2,08	2,44	2,15	2,13	2,05	2,14	2,35	1,79	2,33
	XI	2,73	2,59	2,51	2,46	2,78	2,65	2,29	2,1	2	2,63	2,07	2,61
	XII	2,93	2,34	2,72	2,2	2,58	2,45	2,53	2,17	2,07	2,26	1,84	2,21
Peso fresco total (g)	I	6,77	5,02	7,05	4,54	4,89	4,31	4,21	4,92	4,41	5,49	5,33	1,88
	II	7,1	4,33	7,71	3,72	4,94	3,98	4,97	4,31	4,97	4,78	2,13	3,44

	III	7,76	4,74	6,04	5,7	5,22	5,29	5,82	3,94	4,11	5,91	2,6	2,42
	IV	6,66	3,71	6	5,74	4,93	4,83	4,49	6,12	5,25	4,29	4,43	2,94
	V	5,88	3,42	5,53	5,59	4,78	4,69	4,78	6,93	4,34	3,93	2,59	2,27
	VI	7,82	3,78	6,51	4,52	5,21	4,44	4,12	6,77	3,82	5,45	2,16	2,24
	VII	6,75	4,9	7,09	6,49	4,09	5,27	5,06	7,08	7,18	7,83	6,4	2,58
	VIII	5,3	4,41	7,72	3,8	3,95	4,62	4,77	4	3,79	8,43	3,36	2,12
	IX	8,73	4,93	5,91	4,43	5,26	4,91	4,32	3,39	6,31	5,88	2,98	1,97
	X	6,12	4,58	9,49	3,39	4,67	4,57	3,03	2,82	3,4	5,27	2,68	3,36
	XI	7,26	5,09	6,23	3,41	5,44	4,83	3,42	2,87	3,12	5,69	5,57	3,9
	XII	7,97	5,12	7	3,79	5,33	4,52	4,36	3,44	3,95	5,01	2,91	3,59
Peso seco total (g)	I	1,9	1,39	1,88	1,37	1,46	1,37	1,29	1,35	1,22	1,44	1,4	0,52
	II	1,95	1,31	2,06	1,3	1,44	1,36	1,43	1,21	1,38	1,29	0,61	0,9
	III	2,04	1,36	1,68	1,55	1,59	1,54	1,55	1,16	1,19	1,57	0,66	0,6
	IV	1,78	1,22	1,64	1,53	1,56	1,5	1,33	1,59	1,52	1,2	1,17	0,78
	V	1,71	1,19	1,39	1,52	1,54	1,43	1,36	1,84	1,21	1,14	0,65	0,65
	VI	2,19	1,23	1,76	1,32	1,58	1,39	1,28	2,13	1,19	1,48	0,63	0,56
	VII	1,83	1,37	1,91	1,66	1,34	1,55	1,42	2,13	2,21	2,14	1,75	0,68
	VIII	1,56	1,34	2,04	1,13	1,34	1,43	1,43	1,17	1,16	2,32	0,83	0,57
Número de nódulos	I	0	91	2	49	37	87	46	33	24	0	0	0
	II	0	82	0	55	65	98	97	30	31	0	0	0
	III	0	93	2	39	58	84	87	31	27	0	0	0
	IV	0	91	0	62	44	92	74	39	33	0	0	0
	V	0	89	12	61	34	40	75	32	16	0	0	0
	VI	0	92	0	44	32	96	72	21	18	0	0	0
	VII	0	82	8	69	41	99	99	27	31	0	0	0
	VIII	0	97	19	51	36	77	72	31	19	0	0	0
	IX	0	90	0	39	33	72	52	39	24	0	0	0
	X	0	98	15	47	45	81	48	21	19	0	0	0
	XI	0	81	8	63	41	98	54	27	16	0	0	0

	XII	0	102	0	57	38	94	73	26	13	0	0	0
Grado de nodulación (PIM)	I	0	4	1	4	4	4	4	4	3	0	0	0
	II	0	4	0	4	4	4	4	3	4	0	0	0
	III	0	4	1	4	4	4	4	4	3	0	0	0
	IV	0	4	0	4	4	4	4	4	4	0	0	0
	V	0	4	3	4	4	4	4	4	3	0	0	0
	VI	0	4	0	4	4	4	4	3	3	0	0	0
	VII	0	4	2	4	4	4	4	3	4	0	0	0
	VIII	0	4	3	4	4	4	4	4	3	0	0	0
	IX	0	4	0	4	4	4	4	4	3	0	0	0
	X	0	4	3	4	4	4	4	3	3	0	0	0
	XI	0	4	2	4	4	4	4	3	3	0	0	0
	XII	0	5	0	4	4	4	4	3	3	0	0	0
Población final	I	0	4 779	207	291	937	693	1 308	628	312	0	0	0
	II	0	5 602	387	260	1 014	1 279	1 471	786	534	0	0	0
	III	0	5 261	247	279	1 039	910	1 378	698	860	0	0	0
	IV	0	5 254	104	315	1 026	874	1 293	593	352	0	0	0
Tasa de reproducción	I	0	9,558	0,414	0,582	1,874	1,386	2,616	1,256	0,624	0	0	0
	II	0	11,204	0,774	0,52	2,028	2,558	2,942	1,572	1,068	0	0	0
	III	0	10,522	0,494	0,558	2,078	1,82	2,756	1,396	1,72	0	0	0
	IV	0	10,508	0,208	0,63	2,052	1,748	2,586	1,186	0,704	0	0	0

Tabla 15. Datos reales de evaluación de plantas de café en vivero, luego de 30 días de aplicados los tratamientos en forma curativa

		Testigo absoluto	Testigo inoculado	Gallinaza	<i>P. lilacinus</i>	<i>Trichoderma</i> sp.	Hunter	Elenquo	Nemathor	Releaf	Oxamyl	Diamond 60	Furadán
ALTURA DE PLANTA (cm)	I	9,9	7,4	10,6	7,4	8,5	10	8,9	8,6	13	11,4	10,4	9,3
	II	8,4	8,4	11,3	8	8,6	9,5	9,4	9	9,6	11	12,6	10,6
	III	9,4	8	9,4	8,8	8	10,3	9,5	8,9	11,5	10,2	13,3	9
	IV	10,5	7,9	9,2	9,5	10,2	9,4	10,4	9,4	14,3	13	11,8	9,6
	V	9,7	8,2	11,1	8,6	8,2	9	8,9	10	12,6	10,9	10,3	10,4
	VI	8,8	8	9,5	10,8	11,5	8,9	9,4	10,7	13	12	11,5	9,5
	VII	8,7	7,9	12,7	9	11,4	8,9	10,9	10	14,5	13,6	12,1	9,8
	VIII	9,6	8,4	11,6	10	11,5	8	9,2	9,8	13,7	13,5	10	10
	IX	9,7	7,8	10,1	10,5	9,4	9,2	8,9	10,1	14,7	11	11,4	11
	X	9,4	8,7	8,8	10,4	10,1	9,8	8,7	10,3	8,6	10,9	11,8	9
	XI	8,7	9,1	8,3	10,2	11,1	9	10,2	9,8	8,4	10,6	12	9,4
	XII	9,3	8,2	7,9	10	11,6	8,6	9	9,2	10,1	11,6	12,1	11
Diámetro del tallo (cm)	I	2,55	2,01	2,13	2,11	2,2	2,35	2,09	2,35	2,5	2,25	2,4	2,2
	II	2,2	2,2	2,73	2,3	2,19	2,33	2,22	2,26	2,32	2,17	2,3	2,29
	III	2,46	2,1	2,26	2,51	2,1	2,48	2,42	2,36	2,47	2,17	2,38	2,08
	IV	2,59	2,25	1,9	2,21	2,53	2,39	2,49	2,52	2,73	2,51	2,25	2,28
	V	2,22	2,13	2,37	2,14	2,65	2,28	2,28	2,58	2,32	2,14	2,25	2,4
	VI	2,18	2,14	2,4	2,29	2,61	2,01	2,32	2,44	2,68	2,46	2,39	2,32
	VII	2,05	2	2,79	2,48	2,56	2,7	2,57	2,53	2,69	2,77	2,37	2,21
	VIII	2,3	2,24	2,62	2,36	2,18	2,24	2,79	2,32	2,76	2,46	2,43	2,26
	IX	2,39	2,08	2,66	2,42	2,55	2,53	2,39	2,35	2,56	2,36	2,18	2,62
	X	2,34	2,25	2,62	2,78	2,19	2,47	2,2	2,25	2,4	2,28	2,3	2,2
	XI	2,23	2,4	2,33	2,52	2,56	2,3	2,27	2,07	2,51	2,36	2,33	2,38
	XII	2,64	2,17	2,12	2,71	2,38	2,37	2,5	2,24	2,5	2,31	2,37	2,42
Peso fresco total (g)	I	4,74	2,85	4,49	3,01	3,9	4,93	3,43	3,47	6,14	5,53	5,02	4,04
	II	4,02	4,16	8,77	3,34	4,17	4,25	3,21	4,17	5,34	4,51	6,6	6,93

	III	4,5	4,21	4,73	3,55	4,26	4,94	4,27	2,78	6,12	4,39	11,72	4,28
	IV	5,82	3,34	4,24	3,77	5,19	4,25	4,33	4,34	8,24	6,12	5,3	5,01
	V	4,65	3,83	6,85	3,03	4,44	4,57	4,82	4,51	7,71	4,05	4,99	7,5
	VI	4,37	4,18	4,73	5,34	6,42	3,97	4,21	4,91	8,45	5,72	6,67	6,16
	VII	3,73	3,02	7,67	4,68	5,53	3,16	4,6	4,68	9,78	7,63	7,06	6,38
	VIII	4,6	3,48	6,16	4,82	4,13	3,62	4,47	4,63	7,89	7,88	6,83	6,06
	IX	4,68	4,1	6,68	5,51	4,82	4,39	4,14	4,91	9,36	8,04	6,11	6,98
	X	4,4	4,37	5,35	6,51	5,39	5,79	4,44	5,88	5,11	8,08	7,7	5,3
	XI	4,07	4,68	5,77	5,16	6,1	4,8	5,59	4,57	4,66	6,77	8,15	5,26
	XII	4,55	4,1	5,47	5,18	6,7	4,2	4,99	4,57	6,12	6,85	7,47	7,8
Peso seco total (g)	I	1,08	0,81	1,12	0,8	0,96	1,16	0,86	1,06	1,67	1,45	1,28	1,09
	II	1,01	1,06	1,87	0,92	0,99	1,02	0,73	1,19	1,39	1,21	1,53	1,71
	III	1,1	1,07	1,15	0,89	1,05	1,1	1,12	0,82	1,51	1,3	2,63	1,07
	IV	1,36	0,93	1,05	1	1,21	1,03	1,12	1,06	2,32	1,67	1,21	1,25
	V	1,1	0,99	1,47	0,71	0,93	1,1	1,24	0,85	2,1	1,1	1,17	1,81
	VI	1,06	1,05	1,16	1,17	1,48	1,05	1,06	1,26	2,39	1,55	1,57	1,39
	VII	0,97	0,83	1,65	1,11	1,24	0,76	1,11	1,02	2,64	1,8	1,57	1,52
	VIII	1,11	0,95	1,38	1,21	0,94	0,82	1,24	1,13	2,02	1,81	1,53	1,46
Número de nódulos	I	0	51	0	19	63	15	26	4	60	5	16	16
	II	0	62	0	17	57	22	34	2	65	4	12	14
	III	0	52	0	29	68	19	29	5	73	3	14	8
	IV	0	49	0	21	64	20	22	8	78	4	16	9
	V	0	61	0	30	67	17	31	2	70	6	11	15
	VI	0	68	0	32	59	23	34	5	65	5	14	12
	VII	0	61	0	27	67	16	33	6	71	6	19	17
	VIII	0	53	0	31	59	14	22	3	76	7	17	19
	IX	0	64	0	26	66	26	37	5	79	2	16	19
	X	0	65	0	31	73	21	22	9	77	7	13	17
	XI	0	69	0	35	71	16	38	6	69	3	12	21

	XII	0	59	0	32	73	14	23	3	71	7	11	10
Grado de nodulación (PIM)	I	0	4	0	3	4	3	3	2	4	2	3	3
	II	0	4	0	3	4	3	4	1	4	2	3	3
	III	0	4	0	3	4	3	3	2	4	2	3	2
	IV	0	4	0	3	4	3	3	2	4	2	3	2
	V	0	4	0	3	4	3	4	1	4	2	3	3
	VI	0	4	0	4	4	3	4	2	4	2	3	3
	VII	0	4	0	3	4	3	4	2	4	2	3	3
	VIII	0	4	0	4	4	3	3	2	4	2	3	3
	IX	0	4	0	3	4	3	4	2	4	1	3	3
	X	0	4	0	4	4	3	3	2	4	2	3	3
	XI	0	4	0	4	4	3	4	2	4	2	3	3
	XII	0	4	0	4	4	3	3	2	4	2	3	2
Población final	I	0	1 720	635	798	1 785	478	738	861	1 988	38	145	373
	II	0	1 510	550	840	1 871	581	715	206	2 066	63	140	310
	III	0	1 997	325	790	1 903	380	816	665	1 828	33	130	378
	IV	0	1 393	365	781	1 970	332	663	523	2 008	58	110	123
Tasa de reproducción	I	0	3,44	1,27	1,596	3,57	0,956	1,476	1,722	3,976	0,076	0,29	0,746
	II	0	3,02	1,1	1,68	3,742	1,162	1,43	0,412	4,132	0,126	0,28	0,62
	III	0	3,994	0,65	1,58	3,806	0,76	1,632	1,33	3,656	0,066	0,26	0,756
	IV	0	2,786	0,73	1,562	3,94	0,664	1,326	1,046	4,016	0,116	0,22	0,246

Tabla 16. Datos reales de evaluación de plantas de café en vivero, luego de 60 días de aplicados los tratamientos en forma curativa

		Testigo absoluto	Testigo inoculado	Gallinaza	<i>P. lilacinus</i>	<i>Trichoderma</i> sp.	Hunter	Elenquo	Nemathor	Releaf	Oxamyl	Diamond 60	Furadán
ALTIMETRO DE PLANTA (cm)	I	10.5	9,7	10,4	9,5	8,4	9,6	10	9,6	16,5	11,3	14,3	10,3
	II	10.2	8,9	10,6	11,5	12,6	9,4	13	11,6	15,2	15,6	13,2	13,3
	III	11.3	9,3	13,3	13	10,8	11	9,6	10	16,1	16,4	14,3	10,7
	IV	10.9	9	9,1	12,5	13,4	10,9	9,6	11,7	14,8	16,2	15,6	12,6
	V	9.1	8,8	12,5	10,7	11,5	13,5	11	13,1	15,5	14,8	12,4	12,2
	VI	10.2	8,6	12	11,4	12,5	9	10,3	15,4	15	16,9	14,4	14,8
	VII	10	9	11,9	12,4	10	12	11,6	14,3	14,6	16,3	14	14,6
	VIII	10.5	9,1	11,6	12,3	12,6	10,6	9,8	12,4	14,9	16	11,3	14,4
	IX	10.3	9,6	10,4	10,3	9,2	10,3	10,8	11,6	16,4	16,1	11	12
	X	10.1	8,5	10	11	10,8	9,8	11,6	14,1	15,2	15,8	13,1	12,1
	XI	11.5	9,1	11,3	10,7	9,4	11,5	12,1	14,3	14,4	14,9	16,4	12,4
	XII	10.4	9	9,3	11,2	10,8	9,6	9	14,5	15,8	11,5	14,8	11
Diámetro del tallo (cm)	I	2,41	2,6	2,74	2,23	2,04	2,18	2,38	2,47	2,82	2,72	2,54	2,42
	II	2,42	2,3	2,87	2,29	3,02	2,12	2,28	2,97	3,1	2,66	2,27	2,67
	III	2,86	2,37	2,99	2,88	2,6	2,61	2,19	2,75	2,97	2,86	2,63	2,6
	IV	2,56	2,25	2,74	2,4	3,03	2,4	2,6	2,62	2,77	2,69	2,66	2,8
	V	2,47	2,18	3,05	2,99	2,71	2,83	2,2	2,64	2,83	2,46	2,52	2,99
	VI	2,54	2,21	3,09	2,47	2,96	2,11	2,95	2,65	2,93	2,76	2,58	3,08
	VII	2,6	2,2	2,79	2,64	2,25	3,22	3,2	2,96	2,91	2,64	2,92	2,68
	VIII	2,48	2,23	2,87	2,67	3,05	2,46	2,6	2,99	2,86	2,42	2,24	2,76
	IX	2,57	2,29	2,69	2,8	2,27	2,96	2,44	2,53	2,74	2,77	2,39	2,58
	X	2,48	2,33	2,57	2,48	2,56	2,32	2,64	3,1	3,05	2,65	2,76	2,91
	XI	2,95	2,49	3,05	2,43	2,25	3,03	2,46	2,55	3,16	2,57	2,8	2,56
	XII	2,41	2,41	2,52	2,97	2,58	2,31	2,67	2,86	3	2,38	2,82	2,44
Peso fresco total (g)	I	6,41	5,41	6,19	4,86	7,71	5,95	5,31	6,52	12,96	6,95	8,8	6,68
	II	5,44	4,53	6,44	5,68	4,65	6	4,86	8,36	11,39	12,3	7,89	8,35

	III	7,69	4,54	9,36	8,94	5,97	4,6	4,81	6,63	12,58	13,03	9,01	6,24
	IV	6,55	4,79	5,27	6,74	7,59	5,43	4,39	7,41	10,23	11,99	10,17	6,84
	V	4,92	4,54	8,15	6,49	5,63	4,41	7	8,42	11,38	11,45	7,35	8,42
	VI	6,12	4,31	6,95	5,91	4,39	5,07	5,6	9,75	10,18	12,44	9,65	10,98
	VII	5,39	5	6,91	7,26	4,34	5,01	9,14	9,92	10,45	12,23	9,56	10,98
	VIII	6,39	5,03	6,89	5,25	4,38	6,27	6,67	8,72	11,42	10,56	7,23	11,44
	IX	5,35	5,23	6,45	6,01	5,54	6,21	6,75	8,09	12,71	12,47	6,63	8,34
	X	5,19	4,41	7,53	6,34	5,15	6,64	6,73	9,38	11,62	11,43	9,38	11,33
	XI	7,34	5,31	8,01	6,83	5,28	4,51	6,92	8,79	10,71	10,83	12,16	11,17
	XII	5,74	4,98	5,51	6,94	6,26	4,9	4,47	9,59	12,02	7,21	9,84	7,71
Peso seco total (g)	I	1,57	1,42	1,59	1,28	2	1,58	1,44	1,66	3,07	1,74	2,08	1,6
	II	1,41	1,36	1,61	1,56	1,33	1,5	1,38	2,06	2,58	2,96	1,99	2,03
	III	1,71	1,35	2,6	2,55	1,61	1,28	1,33	1,68	2,99	3,07	2,14	1,53
	IV	1,57	1,38	1,36	1,54	1,95	1,42	1,26	1,91	2,43	2,91	2,39	1,7
	V	1,37	1,35	2,39	1,72	1,54	1,24	1,93	2,11	2,57	2,01	1,72	2,1
	VI	1,52	1,33	1,84	1,52	1,22	1,37	1,57	2,47	2,42	2,99	2,27	2,9
	VII	1,42	1,37	1,82	1,96	1,23	1,37	2,29	2,48	2,47	2,95	2,25	2,9
	VIII	1,56	1,37	1,84	1,52	1,23	1,61	1,7	2,17	2,58	2,42	1,7	2,99
Número de nódulos	I	0	77	0	67	99	55	20	101	91	0	13	48
	II	0	99	0	86	89	66	29	91	117	0	9	78
	III	0	77	0	74	80	52	34	85	131	0	11	72
	IV	0	75	0	82	94	44	22	99	111	0	15	83
	V	0	62	0	97	86	71	28	110	109	0	8	83
	VI	0	99	0	89	87	65	32	166	111	0	16	91
	VII	0	81	0	76	78	69	36	148	119	0	17	94
	VIII	0	74	0	72	81	63	37	171	139	0	14	92
	IX	0	105	0	86	71	69	22	154	86	0	18	69
	X	0	112	0	69	85	42	20	126	137	0	14	92
	XI	0	96	0	84	96	69	31	118	96	0	19	87

	XII	0	103	0	92	92	36	28	112	91	0	9	63
Grado de nodulación (PIM)	I	0	4	0	67	4	4	3	5	4	0	3	4
	II	0	4	0	86	4	4	3	4	5	0	2	4
	III	0	4	0	74	4	4	4	4	5	0	3	4
	IV	0	4	0	82	4	4	3	4	5	0	3	4
	V	0	4	0	97	4	4	3	5	5	0	2	4
	VI	0	4	0	89	4	4	4	5	5	0	3	4
	VII	0	4	0	76	4	4	4	5	5	0	3	4
	VIII	0	4	0	72	4	4	4	5	5	0	3	4
	IX	0	5	0	86	4	4	3	5	4	0	3	4
	X	0	5	0	69	4	4	3	5	5	0	3	4
	XI	0	4	0	84	4	4	4	5	4	0	3	4
	XII	0	5	0	92	4	4	3	5	4	0	2	4
Población final	I	0	3 815	205	1 740	1 961	707	760	3 601	3 615	0	333	1 018
	II	0	4 187	190	1 828	1 983	856	683	3 550	4 200	0	295	925
	III	0	3 228	196	1 785	2 035	730	800	3 470	4 038	0	343	991
	IV	0	3 933	222	1 801	1 956	750	758	3 395	4 063	0	168	1 158
Tasa de reproducción	I	0	7,63	0,41	3,48	3,922	1,414	1,52	7,202	7,23	0	0,666	2,036
	II	0	8,374	0,38	3,656	3,966	1,712	1,366	7,1	8,4	0	0,59	1,85
	III	0	6,456	0,392	3,57	4,07	1,46	1,6	6,94	8,076	0	0,686	1,982
	IV	0	7,866	0,444	3,602	3,912	1,5	1,516	6,79	8,126	0	0,336	2,316

Tabla 17. Datos reales de evaluación de plantas de café en vivero, luego de 90 días de aplicados los tratamientos en forma curativa

		Testigo absoluto	Testigo inoculado	Gallinaza	<i>P. lilacinus</i>	<i>Trichoderma</i> sp.	Hunter	Elenquo	Nemathor	Releaf	Oxamyl	Diamond 60	Furadán
ALTIMETRO DE PLANTA (cm)	I	15,1	9	10,9	12,6	12,6	11,1	12,6	14,1	20,2	19,6	14	11
	II	14	9,1	10,2	11	11,1	11,2	10,6	16,6	22,5	19,1	15,6	17,2
	III	15,7	9,6	13,4	11,6	11,25	10,4	13,4	13,2	22,4	19,6	14,4	11,6
	IV	13,9	9,9	12,9	11,1	12,1	12,9	12,6	12,1	18,3	20,1	15,5	13
	V	12,6	9,2	12,1	11,6	11	9,4	14,2	18,3	20,6	20	15,9	18,3
	VI	14,2	9,5	12,4	10,8	11,2	10,2	14,1	12,1	19,2	16	14,2	17,2
	VII	15	10,6	14,3	10,6	11,18	10,6	12,6	17,9	18,4	17	15,9	18,4
	VIII	13,4	10,2	14,9	11,6	10,2	12,6	13,1	17,1	18,6	17,5	14,7	17,4
	IX	14,8	9,9	12,7	12,1	10,1	11,1	10,3	18	19,1	16,7	15	16,5
	X	15,3	10,1	10,2	11,9	10,6	12,1	13,6	17,2	22,2	18,6	13,6	17,1
	XI	13	9,8	10,6	11,7	10,3	10,9	11,6	18	19,4	16,5	16,3	17
	XII	13,6	9,6	12,7	13	11,4	9,53	10,5	17,2	19,4	18	13,6	15
Diámetro del tallo (cm)	I	2,91	2,38	2,91	3,13	3,24	2,62	3,06	3,04	4	4,02	2,49	2,36
	II	3,04	2,08	3,08	2,88	2,86	2,82	2,72	3,11	4,02	3,85	2,88	3,06
	III	3,16	2,51	3,01	3,03	2,71	2,49	3,07	2,83	4,4	3,55	3,05	2,38
	IV	2,63	2,62	3,11	2,44	2,81	2,89	2,29	2,59	3,91	3,69	2,87	2,81
	V	2,52	2,37	2,99	2,98	2,62	2,3	2,66	3,43	4,24	3,91	2,9	3,17
	VI	2,93	2,55	3,19	2,66	2,7	2,53	2,92	2,74	4,13	2,87	2,64	3,52
	VII	3,06	2,74	3,31	2,68	2,83	2,68	3,17	3,29	4,01	2,74	3,06	3,28
	VIII	2,41	2,69	3,49	2,93	2,4	2,86	3,06	3,03	3,28	2,63	2,65	2,99
	IX	3,05	2,79	3,3	2,95	2,57	2,8	2,89	3,41	4,14	2,64	2,62	3,05
	X	3,15	2,7	2,9	2,81	2,43	2,92	3,05	3,13	4,15	3,6	2,6	3,31
	XI	2,89	2,65	3	3,04	2,61	2,67	2,15	3,35	4,09	2,31	2,9	3,61
	XII	2,98	2,38	3,12	3,26	2,84	2,36	2,68	3,22	3,97	2,95	3,36	2,78
Peso fresco total (g)	I	8,99	4,35	7,79	9,03	5,09	4,43	10,71	10,83	17,27	17	9,22	7,11
	II	8,7	3,69	6,52	6,55	8,59	4,42	6,25	14,17	20,4	16,95	11,1	14,14

	III	10,14	5,15	10,33	7,64	6,69	6,68	9,87	9,06	19,33	18,3	8,82	7,57
	IV	7,59	6,1	8,36	5,59	9,56	5,89	6,12	7,81	16,99	16,33	9,95	9,94
	V	6,55	6,03	7,51	8,26	6,81	9,62	9,24	16,8	17,62	16,33	11,93	14,36
	VI	7,93	5,53	9,6	5,88	8,56	3,97	9,94	17,23	16,11	13,14	8,2	13,75
	VII	8,91	6,74	11,54	5,51	5,9	8,48	9,52	15,4	15,98	14,38	10,66	15,54
	VIII	6,41	5,9	11,55	7,73	8,14	5,51	8,6	15,03	15,69	16,05	9,98	13,92
	IX	8,47	6,13	12,07	9,4	5,49	5,43	6,69	18,84	17,03	14,96	11,17	13,92
	X	9,98	7	7,09	8,75	6,75	5,11	10,61	16,19	19,36	17,38	11,33	14,73
	XI	6,56	6,66	7,01	7,88	4,56	6,68	6,28	15,24	15,97	13,75	13,09	12,93
	XII	7,66	5,2	11,59	6,7	5,43	4,26	6,75	16,51	16,57	14,83	9,4	11,55
Peso seco total (g)	I	2,28	1,28	1,98	2,48	1,29	1,13	2,74	2,83	4,41	4,48	2,6	1,83
	II	2,18	1,09	1,8	1,69	2	1,15	1,99	3,67	5,31	4,48	2,92	3,78
	III	2,88	1,49	2,9	1,99	1,77	1,71	2,51	2,18	5,09	4,93	2,42	1,91
	IV	1,99	1,61	2,49	1,52	2,5	1,36	1,59	2,01	4,5	4,33	2,64	2,5
	V	1,68	1,59	1,97	2,21	1,69	2,45	2,55	4,27	4,45	4,27	3,06	3,7
	VI	2,04	1,49	2,5	1,71	2	1	2,72	4,8	4,38	3,53	1,93	3,51
	VII	2,21	1,69	3,09	1,55	1,38	2,06	2,68	4,17	4,26	3,85	2,89	4,08
	VIII	1,66	1,59	3,1	2,01	1,95	1,44	2,51	3,94	4,23	4,17	2,71	3,57
Número de nódulos	I	0	118	0	102	169	57	64	137	237	0	51	33
	II	0	106	0	109	73	77	61	191	256	0	68	57
	III	0	123	0	97	148	46	49	164	291	0	56	42
	IV	0	137	0	118	72	67	60	174	223	0	76	48
	V	0	139	0	94	98	56	82	133	296	0	32	72
	VI	0	134	0	103	93	98	99	278	312	0	51	96
	VII	0	114	0	115	123	72	71	247	224	0	91	74
	VIII	0	119	0	116	144	83	48	182	218	0	83	59
	IX	0	133	0	107	92	57	59	215	274	0	76	84
	X	0	121	0	96	84	73	46	192	239	0	79	79
	XI	0	144	0	106	93	86	71	216	214	0	84	53

	XII	0	113	0	111	102	69	56	182	243	0	53	61
Grado de nodulación (PIM)	I	0	5	0	5	5	4	4	5	5	0	4	4
	II	0	5	0	5	4	4	4	5	5	0	4	4
	III	0	5	0	4	5	4	4	5	5	0	4	4
	IV	0	5	0	5	4	4	4	5	5	0	4	4
	V	0	5	0	4	4	4	4	5	5	0	4	4
	VI	0	5	0	5	4	4	4	5	5	0	4	4
	VII	0	5	0	5	5	4	4	5	5	0	4	4
	VIII	0	5	0	5	5	4	4	5	5	0	4	4
	IX	0	5	0	5	4	4	4	5	5	0	4	4
	X	0	5	0	4	4	4	4	5	5	0	4	4
	XI	0	5	0	5	4	4	4	5	5	0	4	4
	XII	0	5	0	5	5	4	4	5	5	0	4	4
Población final	I	0	5 780	0	3 526	3 220	1 123	2 382	5 921	9 118	0	2 358	2 441
	II	0	6 981	0	3 443	3 857	1 381	2 576	5 973	8 895	0	2 456	2 227
	III	0	6 808	0	3 580	3 708	1 540	2 417	6 172	8 808	0	2 590	2 028
	IV	0	5 471	0	3 463	4 008	1 390	2 220	5 690	8 683	0	2 679	2 183
Tasa de reproducción	I	0	11,56	0	7,052	6,44	2,246	4,764	11,842	18,236	0	4,716	4,882
	II	0	13,962	0	6,886	7,714	2,762	5,152	11,946	17,79	0	4,912	4,454
	III	0	13,616	0	7,16	7,416	3,08	4,834	12,344	17,616	0	5,18	4,056
	IV	0	10,942	0	6,926	8,016	2,78	4,44	11,38	17,366	0	5,358	4,366

Tabla 18. Datos reales de evaluación de plantas de café en vivero tratadas en forma curativa bajo tres frecuencias de aplicación

		Testigo absoluto	Testigo inoculado	Gallinaza	<i>P. lilacinus</i>	<i>Trichoderma</i> sp.	Hunter	Elenquo	Nemathor	Releaf	Oxamyl	Diamond 60	Furadán
ALTIMETRO DE PLANTA (cm)	I	16,6	10,4	12,7	14,7	13,1	12,9	13	15,1	23,9	19,4	14,1	14,5
	II	15,4	10,1	15,2	16,4	17,1	12,2	13,1	14,4	24,6	19,6	12,7	13,2
	III	13,6	11	14,4	13,2	17,3	12,6	13,6	16,9	20,7	21,1	12,9	14,4
	IV	17,5	10,3	15,2	15,4	11,9	12,1	14,5	14,8	19,1	24,2	15	12,6
	V	14,2	10,2	12,4	15,1	15,4	14,1	12,6	13,7	18,6	21,6	13,3	14
	VI	16,6	10	14,3	12,6	13,1	12,9	12,4	14,9	21,8	22,6	12,8	11,3
	VII	16,3	10,2	13,4	14,7	12,2	12,5	16	15,6	23,6	19,2	14,4	13,3
	VIII	13,3	9,9	13,5	15,1	16,2	14	13,1	17,1	22,3	18,4	13,4	12,9
	IX	14,7	10	16,2	15,6	12,6	13,6	14,2	16,9	19,1	15,1	13,6	15,1
	X	15,2	10,8	12	12,4	11,7	13,6	15,4	15	18	13,9	13,5	11,6
	XI	13,7	9,7	14,1	12,4	13,2	11	15,1	14,2	15,6	18,4	13,5	12,7
	XII	16,4	10,6	11,9	12,1	11,7	12,4	14,4	14,9	18,6	13,7	13	14,1
Diámetro del tallo (cm)	I	2,93	2,34	3,35	2,85	3,03	2,61	2,52	2,43	3,62	3,25	2,26	2,6
	II	3,03	2,31	3,23	3,17	3,31	2,82	2,55	3,11	4,23	3,18	2,56	2,52
	III	3,07	2,96	3,29	2,57	3,17	2,57	2,51	2,86	3,48	3,64	2,67	2,7
	IV	2,6	2,73	3,16	2,84	2,65	2,48	2,63	2,7	3,23	4,2	2,91	2,78
	V	2,92	2,96	3,6	2,77	2,54	2,43	2,13	3,12	3,81	3,74	2,56	2
	VI	2,33	2,18	3,09	2,54	2,71	2,88	2,33	3,13	3,29	3,59	2,51	2,72
	VII	3,06	2,34	3,02	2,58	2,41	2,44	3,57	3,8	3,93	3	2,57	2,28
	VIII	2,68	2,25	2,73	2,75	3,27	3,22	2,3	3,06	4,04	3,23	2,51	2,54
	IX	2,68	2,33	3,19	2,78	2,58	2,78	3,79	3,72	3,51	2,84	2,55	2,5
	X	2,93	2,48	3,3	3,02	2,42	2,92	3,21	3,74	3,26	2,3	2,35	2,68
	XI	3,07	2,51	3,47	2,68	2,65	2,63	3,39	3,63	3,14	3,08	2,62	2,13
	XII	2,94	2,61	2,76	3	2,55	2,46	3,52	2,89	3,11	2,28	2,19	2,25
Peso fresco total (g)	I	11,24	7,05	8,72	10,02	12,07	6,8	7,99	10,02	19,23	14,73	5,68	7,86
	II	11,26	6,32	10,94	13,2	8,51	8,34	7,4	10,59	20,66	12,75	7,09	7,35

	III	8,57	8,26	9,16	8,49	10,85	8,1	7,88	11,17	16,42	15,92	7,13	8,42
	IV	12,07	7,33	10,78	10,28	6,32	7,3	7,7	9,77	16,28	20,52	8,42	8,27
	V	8,79	7,85	9,85	9,29	5,89	8,16	6,38	10,23	15,77	19,01	7,14	5,19
	VI	11,24	7,25	11,58	8,05	8,23	7,39	6,72	10,52	16,9	19,41	7,41	8,83
	VII	10,67	7,63	10,73	8,05	6,09	6,9	12,03	14,5	18,74	18,28	7,94	5,84
	VIII	7,86	5,39	10,03	9,73	10,49	8,97	5,94	13	16,82	13,34	6,43	8,24
	IX	8,76	6,43	11,43	10,16	6,76	9,19	12,77	13,33	15,97	9,57	6,58	6,98
	X	11,18	7,55	8,12	8,73	5,9	8,8	10,34	13,7	15,14	5,94	6,5	7,63
	XI	8	6,85	11,05	7	8,37	5,44	11,22	13,66	14,23	13	10,03	5,2
	XII	10,2	8,48	8,13	7,54	5,52	5,81	11,08	11,63	14,57	6,22	4,87	6,34
Peso seco total (g)	I	2,78	1,76	2,27	2,51	2,5	1,78	1,92	2,4	5,38	3,82	1,5	1,86
	II	2,78	1,66	2,84	2,93	1,88	1,99	1,74	2,57	5,75	2,9	1,57	1,89
	III	2,26	2,02	2,33	2,15	2,66	1,81	1,93	2,68	4,29	4,13	1,67	1,85
	IV	2,94	1,82	2,94	2,66	1,44	1,68	1,95	2,34	4,3	5,53	1,88	1,85
	V	2,3	1,93	2,85	2,34	1,38	1,85	1,5	2,54	4,23	5,25	1,58	1,39
	VI	2,75	1,78	3,07	1,95	1,99	1,81	1,58	2,62	4,38	5,32	1,7	1,98
	VII	2,58	1,91	2,92	1,94	1,41	1,62	2,73	3,12	5,16	4,56	1,79	1,46
	VIII	2,07	1,55	2,94	2,5	2,71	2,5	1,44	2,89	4,38	3,12	1,52	1,92
Número de nódulos	I	0	116	0	159	151	64	61	139	129	0	8	65
	II	0	123	0	114	168	92	89	154	141	0	4	64
	III	0	134	0	104	137	83	72	123	192	0	3	79
	IV	0	102	0	137	109	87	92	155	206	0	9	63
	V	0	168	0	102	116	97	97	182	193	0	7	57
	VI	0	104	0	97	103	92	86	196	219	0	10	61
	VII	0	118	0	168	102	96	85	244	209	0	6	78
	VIII	0	129	0	97	134	99	95	169	184	0	7	85
	IX	0	122	0	162	132	87	74	211	122	0	6	71
	X	0	109	0	109	123	86	81	182	117	0	4	64
	XI	0	119	0	131	114	73	87	197	114	0	3	70

	XII	0	106	0	98	99	71	94	140	146	0	3	59
Grado de nodulación (PIM)	I	0	5	0	5	5	4	4	5	5	0	2	4
	II	0	5	0	5	5	4	4	5	5	0	2	4
	III	0	5	0	5	5	4	4	5	5	0	2	4
	IV	0	5	0	5	5	4	4	5	5	0	2	4
	V	0	5	0	5	5	4	4	5	5	0	2	4
	VI	0	5	0	4	5	4	4	5	5	0	2	4
	VII	0	5	0	5	5	4	4	5	5	0	2	4
	VIII	0	5	0	4	5	4	4	5	5	0	2	4
	IX	0	5	0	5	5	4	4	5	5	0	2	4
	X	0	5	0	5	5	4	4	5	5	0	2	4
	XI	0	5	0	5	5	4	4	5	5	0	2	4
	XII	0	5	0	4	4	4	4	5	5	0	2	4
Población final	I	0	7 668	0	2 270	1 748	1 180	1 705	9 252	6 630	0	138	683
	II	0	7 525	0	1 789	1 967	917	1 798	9 193	7 106	0	178	588
	III	0	7 345	0	1 813	1 833	1 576	1 926	9 581	6 431	0	198	755
	IV	0	7 741	0	1 785	1 648	1 241	1 530	9 205	6 469	0	137	730
Tasa de reproducción	I	0	15,336	0	4,54	3,496	2,36	3,41	18,504	13,26	0	0,276	1,366
	II	0	15,05	0	3,578	3,934	1,834	3,596	18,386	14,212	0	0,356	1,176
	III	0	14,69	0	3,626	3,666	3,152	3,852	19,162	12,862	0	0,396	1,51
	IV	0	15,482	0	3,57	3,296	2,482	3,06	18,41	12,938	0	0,274	1,46

Tabla 19. Análisis de varianza del número de nódulos en la raíz de plantas inoculadas con *Meloidogyne* spp y tratadas con productos comerciales de manera preventiva 30 días después de la inoculación

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	P valor
Tratamientos	11	63 224,58	5 747,69	416,88	<0,0001
Error	132	1 819,92	13,79		
Total	143	65 044,49			

Coefficiente de variabilidad: 15,39

Tabla 20. Análisis de varianza del número de nódulos en la raíz de plantas inoculadas con *Meloidogyne* spp y tratadas con productos comerciales de manera preventiva 60 días después de la inoculación

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	P valor
Tratamientos	11	896 69,25	8 151,75	310,77	<0,0001
Error	132	3 462,5	26,23		
Total	143	93 131,75			

Coefficiente de variabilidad: 18,21

Tabla 21. Análisis de varianza del número de nódulos en la raíz de plantas inoculadas con *Meloidogyne* spp y tratadas con productos comerciales de manera preventiva 90 días después de la inoculación

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	P valor
Tratamientos	11	157 784,74	14 344,07	178,01	<0,0001
Error	132	10 636,75	80,58		
Total	143	168 421,49			

Coefficiente de variabilidad: 26,99

Tabla 22. Análisis de varianza de la población final de *Meloidogyne* spp en plantas inoculadas y tratadas con productos comerciales de manera preventiva 30 días después de la inoculación

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	P valor
Tratamientos	11	6 932 693,73	630 244,88	329,56	<0,0001
Error	36	68 846,75	1 912,41		
Total	47	7 001 540,48			

Coefficiente de variabilidad: 11,94

Tabla 23. Análisis de varianza de la población final de *Meloidogyne* spp en plantas inoculadas y tratadas con productos comerciales de manera preventiva 60 días después de la inoculación

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	P valor
Tratamientos	11	33 806 595,4	3 073 326,86	879,01	<0,0001
Error	36	125 868,5	3 496,35		
Total	47	33 932 463,9			

Coefficiente de variabilidad: 10,39

Tabla 24. Análisis de varianza de la población final de *Meloidogyne* spp en plantas inoculadas y tratadas con productos comerciales de manera preventiva 90 días después de la inoculación

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	P valor
Tratamientos	11	9 261 3078	8 419 370,69	377,84	<0,0001
Error	36	802 188,25	22 283,01		
Total	47	93 415 266			

Coefficiente de variabilidad: 17,49

Tabla 25. Análisis de varianza sobre datos de altura de plantas inoculadas con *Meloidogyne* spp y tratadas con productos comerciales de manera preventiva 30 días después de la inoculación

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	P valor
Tratamientos	11	54,17	4,92	4,95	<0,0001
Error	132	131,4	1		
Total	143	185,57			

Coefficiente de variabilidad: 12,62

Tabla 26. Análisis de varianza sobre datos de altura de plantas inoculadas con *Meloidogyne* spp y tratadas con productos comerciales de manera preventiva 60 días después de la inoculación

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	P valor
Tratamientos	11	53,08	4,83	4,95	<0,0001
Error	132	128,6	0,97		
Total	143	181,68			

Coefficiente de variabilidad: 11,35

Tabla 27. Análisis de varianza sobre datos de altura de plantas inoculadas con *Meloidogyne* spp y tratadas con productos comerciales de manera preventiva 90 días después de la inoculación

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	P valor
Tratamientos	11	219,12	19,92	21,38	<0,0001
Error	132	123,01	0,93		
Total	143	342,12			

Coefficiente de variabilidad: 9,52

Tabla 28. Análisis de varianza sobre datos de diámetro de plantas inoculadas con *Meloidogyne* spp y tratadas con productos comerciales de manera preventiva 30 días después de la inoculación

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	P valor
Tratamientos	11	1,23	0,11	2,72	0,0035
Error	132	5,43	0,04		
Total	143	6,66			

Coficiente de variabilidad: 8,97

Tabla 29. Análisis de varianza sobre datos de diámetro de plantas inoculadas con *Meloidogyne* spp y tratadas con productos comerciales de manera preventiva 60 días después de la inoculación

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	P valor
Tratamientos	11	8,54	0,78	12,8	<0,0001
Error	132	8,01	0,06		
Total	143	16,55			

Coficiente de variabilidad: 10,64

Tabla 30. Análisis de varianza sobre datos de diámetro de plantas inoculadas con *Meloidogyne* spp y tratadas con productos comerciales de manera preventiva 90 días después de la inoculación

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	P valor
Tratamientos	11	7,41	0,67	7,56	<0,0001
Error	132	11,77	0,09		
Total	143	19,18			

Coficiente de variabilidad: 11,93

Tabla 31. Análisis de varianza sobre datos de peso fresco de plantas inoculadas con *Meloidogyne* spp y tratadas con productos comerciales de manera preventiva 30 días después de la inoculación

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	P valor
Tratamientos	11	37,42	3,4	6,79	<0,0001
Error	132	66,15	0,5		
Total	143	103,56			

Coefficiente de variabilidad: 21,40

Tabla 32. Análisis de varianza sobre datos de peso fresco de plantas inoculadas con *Meloidogyne* spp y tratadas con productos comerciales de manera preventiva 60 días después de la inoculación

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	P valor
Tratamientos	11	151,43	13,77	19,21	<0,0001
Error	132	94,61	0,72		
Total	143	246,04			

Coefficiente de variabilidad: 21,20

Tabla 33. Análisis de varianza sobre datos de peso fresco de plantas inoculadas con *Meloidogyne* spp y tratadas con productos comerciales de manera preventiva 90 días después de la inoculación

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	P valor
Tratamientos	11	191,09	17,37	16,27	<0,0001
Error	132	140,95	1,07		
Total	143	332,05			

Coefficiente de variabilidad: 21,29

Tabla 34. Análisis de varianza sobre datos de peso seco de plantas inoculadas con *Meloidogyne* spp y tratadas con productos comerciales de manera preventiva 30 días después de la inoculación

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	P valor
Tratamientos	11	1,44	0,13	4,79	<0,0001
Error	84	2,3	0,03		
Total	95	3,73			

Coefficiente de variabilidad: 20,15

Tabla 35. Análisis de varianza sobre datos de peso seco de plantas inoculadas con *Meloidogyne* spp y tratadas con productos comerciales de manera preventiva 60 días después de la inoculación

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	P valor
Tratamientos	11	6,74	0,61	10,59	<0,0001
Error	84	4,86	0,06		
Total	95	11,6			

Coefficiente de variabilidad: 22,99

Tabla 36. Análisis de varianza sobre datos de peso seco de plantas inoculadas con *Meloidogyne* spp y tratadas con productos comerciales de manera preventiva 90 días después de la inoculación

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	P valor
Tratamientos	11	9,59	0,87	12,51	<0,0001
Error	84	5,85	0,07		
Total	95	15,44			

Coefficiente de variabilidad: 18,67

Tabla 37. Análisis de varianza del número de nódulos en la raíz de plantas inoculadas con *Meloidogyne* spp y tratadas con productos comerciales de manera curativa 30 días después de aplicado los tratamientos

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	P valor
Tratamientos	11	87 670,39	7 970,04	423,73	<0,0001
Error	132	2 482,83	18,81		
Total	143	90 153,22			

Coefficiente de variabilidad: 16,77

Tabla 38. Análisis de varianza de número de nódulos en la raíz de plantas inoculadas con *Meloidogyne* spp y tratadas con productos comerciales de manera curativa 60 días después de aplicado los tratamientos

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	P valor
Tratamientos	11	273 139,75	24 830,89	148,84	<0,0001
Error	132	22 022	166,84		
Total	143	295 161,75			

Coefficiente de variabilidad: 23,12

Tabla 39. Análisis de varianza de número de nódulos en la raíz de plantas inoculadas con *Meloidogyne* spp y tratadas con productos comerciales de manera curativa 90 días después de aplicado los tratamientos

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	P valor
Tratamientos	11	782 485,74	71 135,07	165,30	<0,0001
Error	132	56 805,58	430,35		
Total	143	839 291,33			

Coefficiente de variabilidad: 23,77

Tabla 40. Análisis de varianza en la población final de *Meloidogyne* spp de plantas inoculadas y tratadas con productos comerciales de manera curativa 30 días después de aplicado los tratamientos

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	P valor
Tratamientos	11	21 804 014	1 982 183	110,04	<0,0001
Error	36	648 507,5	1 8014,1		
Total	47	22 452 521			

Coefficiente de variabilidad: 17,90

Tabla 41. Análisis de varianza en la población final de *Meloidogyne* spp de plantas inoculadas y tratadas con productos comerciales de manera curativa 60 días después de aplicado los tratamientos.

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	P valor
Tratamientos	11	98 881 565,17	8 989 233,20	410,65	<0,0001
Error	36	788 049,50	21 890,26		
Total	47	99 669 614,67			

Coefficiente de variabilidad: 9,83

Tabla 42. Análisis de varianza en la población final de *Meloidogyne* spp de plantas inoculadas y tratadas con productos comerciales de manera curativa 90 días después de aplicado los tratamientos

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	P valor
Tratamientos	341 511 322	11	31 046 483,82	437,48	<0,0001
Error	2 554 782	36	70 966,17		
Total	344 066 104	47			

Coefficiente de variabilidad: 8,69

Tabla 43. Análisis de varianza sobre datos de altura de plantas inoculadas con *Meloidogyne* spp y tratadas con productos comerciales de manera curativa 30 días después de aplicado los tratamientos

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	P valor
Tratamientos	11	173,22	15,75	12,47	<0,0001
Error	132	166,73	1,26		
Total	143	339,95			

Coefficiente de variabilidad: 11,20

Tabla 44. Análisis de varianza sobre datos de altura de plantas inoculadas con *Meloidogyne* spp y tratadas con productos comerciales de manera curativa 60 días después de aplicado los tratamientos

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	P valor
Tratamientos	11	506,82	46,07	26,32	<0,0001
Error	132	231,10	1,75		
Total	143	737,92			

Coefficiente de variabilidad: 11,05

Tabla 45. Análisis de varianza sobre datos de altura de plantas inoculadas con *Meloidogyne* spp y tratadas con productos comerciales de manera curativa 90 días después de aplicado los tratamientos

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	P valor
Tratamientos	11	1 308,98	119,00	55,89	<0,0001
Error	132	281,04	2,13		
Total	143	1 590,02			

Coefficiente de variabilidad: 10,47

Tabla 46. Análisis de varianza sobre datos de diámetro de plantas inoculadas con *Meloidogyne* spp y tratadas con productos comerciales de manera curativa 30 días después de aplicado los tratamientos

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	P valor
Tratamientos	11	0,96	0,09	2,77	<0,0001
Error	132	4,14	0,03		
Total	143	5,09			

Coefficiente de variabilidad: 7,50

Tabla 47. Análisis de varianza sobre datos de diámetro de plantas inoculadas con *Meloidogyne* spp y tratadas con productos comerciales de manera curativa 60 días después de aplicado los tratamientos

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	P valor
Tratamientos	11	3,20	0,29	5,11	<0,0001
Error	132	7,51	0,06		
Total	143	10,70			

Coefficiente de variabilidad: 9,04

Tabla 48. Análisis de varianza sobre datos de diámetro de plantas inoculadas con *Meloidogyne* spp y tratadas con productos comerciales de manera curativa 90 días después de aplicado los tratamientos

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	P valor
Tratamientos	11	19,49	1,77	19,29	<0,0001
Error	132	12,12	0,09		
Total	143	31,62			

Coefficiente de variabilidad: 10,14

Tabla 49. Análisis de varianza sobre datos de peso fresco de plantas inoculadas con *Meloidogyne* spp y tratadas con productos comerciales de manera curativa 30 días después de aplicado los tratamientos

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	P valor
Tratamientos	11	162,34	14,76	11,07	<0,0001
Error	132	176	1,33		
Total	143	338,34			

Coefficiente de variabilidad: 21,85

Tabla 50. Análisis de varianza sobre datos de peso fresco de plantas inoculadas con *Meloidogyne* spp y tratadas con productos comerciales de manera curativa 60 días después de aplicado los tratamientos

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	P valor
Tratamientos	11	656,94	59,72	36,13	<0,0001
Error	132	218,2	1,65		
Total	143	875,14			

Coefficiente de variabilidad: 17,07

Tabla 51. Análisis de varianza sobre datos de peso fresco de plantas inoculadas con *Meloidogyne* spp y tratadas con productos comerciales de manera curativa 90 días después de aplicado los tratamientos

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	P valor
Tratamientos	11	2 064,82	187,71	51,1	<0,0001
Error	132	484,85	3,67		
Total	143	2 549,68			

Coefficiente de variabilidad: 18,85

Tabla 52. Análisis de varianza sobre datos de peso seco de plantas inoculadas con *Meloidogyne* spp y tratadas con productos comerciales de manera curativa 30 días después de aplicado los tratamientos

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	P valor
Tratamientos	11	8,8	0,8	11,83	<0,0001
Error	84	5,68	0,07		
Total	95	14,48			

Coefficiente de variabilidad: 20,78

Tabla 53. Análisis de varianza sobre datos de peso seco de plantas inoculadas con *Meloidogyne* spp y tratadas con productos comerciales de manera curativa 60 días después de aplicado los tratamientos

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	P valor
Tratamientos	11	17,34	1,58	13	<0,0001
Error	84	10,19	0,12		
Total	95	27,52			

Coefficiente de variabilidad: 18,64

Tabla 54. Análisis de varianza sobre datos de peso seco de plantas inoculadas con *Meloidogyne* spp y tratadas con productos comerciales de manera curativa 90 días después de aplicado los tratamientos

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	P valor
Tratamientos	11	91,52	8,32	28,90	<0,0001
Error	84	24,18	0,29		
Total	95	115,70			

Coefficiente de variabilidad: 20,37

Tabla 55. Análisis de varianza de número de nódulos de plantas inoculadas con *Meloidogyne* spp y tratadas con productos comerciales con tres aplicaciones de manera curativa

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	P valor
Tratamientos	11	556 385,58	50 580,51	131,71	<0,0001
Error	132	50 692,17	384,03		
Total	143	607 077,75			

Coefficiente de variabilidad: 24,74

Tabla 56. Análisis de varianza en la población final de *Meloidogyne* spp de plantas inoculadas y tratadas con productos comerciales con tres aplicaciones de manera curativa

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	P valor
Tratamientos	11	479 085 589	43 553 235,38	1 524,74	<0,0001
Error	36	1 028 318,8	28 564,41		
Total	47	480 113 908			

Coefficiente de variabilidad: 6,53

Tabla 57. Análisis de varianza en la tasa de reproducción de *Meloidogyne* spp de plantas inoculadas y tratadas con productos comerciales con tres aplicaciones de manera curativa

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	P valor
Tratamientos	11	1 916,34	174,21	1 524,74	<0,0001
Error	36	4,11	0,11		
Total	47	1 920,46			

Coefficiente de variabilidad: 6,53

Tabla 58. Análisis de varianza sobre datos de altura de plantas inoculadas con *Meloidogyne* spp y tratadas con productos comerciales con tres aplicaciones de manera curativa

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	P valor
Tratamientos	11	974,05	88,55	30,65	<0,0001
Error	132	381,32	2,89		
Total	143	1 355,37			

Coefficiente de variabilidad: 11,62

Tabla 59. Análisis de varianza sobre datos de diámetro de plantas inoculadas con *Meloidogyne* spp y tratadas con productos comerciales con tres aplicaciones de manera curativa

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	P valor
Tratamientos	11	14,67	1,33	10,63	<0,0001
Error	132	16,56	0,13		
Total	143	31,22			

Coefficiente de variabilidad: 12,29

Tabla 60. Análisis de varianza sobre datos de peso fresco de plantas inoculadas con *Meloidogyne* spp y tratadas con productos comerciales con tres aplicaciones de manera curativa

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	P valor
Tratamientos	11	1 208,93	109,90	24,62	<0,0001
Error	132	589,34	4,46		
Total	143	1798,27			

Coefficiente de variabilidad: 21,48

Tabla 61. Análisis de varianza sobre datos de peso seco de plantas inoculadas con *Meloidogyne* spp y tratadas con productos comerciales con tres aplicaciones de manera curativa

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculado	P valor
Tratamientos	11	89,84	8,17	40,77	<0,0001
Error	84	16,83	0,20		
Total	95	1 590,02			

Coficiente de variabilidad: 17,75

Tabla 62. Costos de producción de plántones de café para 1 ha. (4 meses)

Rubro	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (S/)	Valor Total (S/)
I. COSTO DIRECTO				
1. Mano de obra				810,00
Almácigo	Jornal	3	30,00	90,00
Construcción vivero	Jornal	4	30,00	120,00
Preparación de sustrato	Jornal	3	30,00	90,00
Llenado de bolsas	Jornal	4	30,00	120,00
Acomodo de bolsas	Jornal	1	30,00	30,00
Repique	Jornal	2	30,00	60,00
Manejo de vivero	Jornal	10	30,00	300,00
2. Insumos				180,00
Semilla de café	Kg	2	40,00	80,00
Bolsa plástica 6" x 8"	Millar	5	20,00	100,00
3. Herramientas				419,00
Machete	Unidad	1	12,00	12,00
Alambre	Kg	2	3,50	7,00
Palana	Unidad	2	35,00	70,00
Zaranda	Unidad	1	20,00	20,00
Regadera	Unidad	1	20,00	20,00
Listones de madera	Unidad	30	3,00	90,00
Bomba de mochila	Unidad	1	200,00	200,00
II. COSTO SUBTOTAL				1 409,00
III. COSTO INDIRECTO				
Imprevistos (10 %)				140,90
IV. COSTO TOTAL				1 549,90

Tabla 63. Costo de sustrato y productos usados para los ensayos en estudio.

Insumos	Cantidad	Costo S/
Gallinaza	1 t	300
Mata nem	200 g	35
Trichops	200 g	45
Hunter	1 l	165
Elenquo	1 l	80
Nemathor	1 l	85
Releaf	1 l	165
Vydate	1 l	160
Diamond 60 EC	1 l	120
Furadán 4F	1 l	120
Tierra agrícola	1 t	40

**Figura 13.** Colección de raíces noduladas y conteo de nematodos.



Figura 14. Esterilización de sustrato y germinación de semillas de café.



Figura 15. Cálculo de concentración de inóculo.



Figura 16. Medición de altura de planta de café.



Figura 17. Extracción de nematodos mediante el método de la bandeja.



Figura 18. Lavado de raíces para determinar el grado de nodulación.



Figura 19. Visita del miembro del jurado de tesis.