

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

METODOLOGIA PARA EVALUAR LA REACCION DEL  
CAFETO AL NEMATODO  
Meloidogyne exigua Goeldi

Tesis sometida a la consideración de la Comisión del Programa  
conjunto de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas  
y Recursos Naturales de la Universidad de Costa Rica y  
el Centro Agronómico Tropical de Investigación y  
Enseñanza, para optar al grado de

*Magister Scientiarum*

por

GEORGES BRUNO BOLIVAR

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCION VEGETAL  
TURRIALBA, COSTA RICA  
1984

## DEDICATORIA

A la Gran Energía Cósmica cuyas octavas de frecuencia de vibración manifiestan los Universos y su contenido.

Al gran Doctor de la Universidad de la Vida Juan Antonio Alvarado (Q. E. P. D.), primer investigador de café en Centroamerica, por su magistral obra "Tratado de Caficultura Práctica".

Al Productor Marginado cuyas legítimas inquietudes comparto.

A mis Padres y Madre política quienes me han enseñado el sentido de la vida.

A mi hermano Jean- François

A mi hija Geli Katya con cariño.

## AGRADECIMIENTO

El autor desea expresar sus vivos agradecimientos al Ing. Jorge H. Echeverr , Profesor Consejero Principal, por la propuesta del tema de trabajo, su preciosa orientación y sus valiosos consejos.

A los Doctores José Galindo, Marciano Rodríguez y Gustavo Enríquez, miembros del Comité Consejero, por su excelente contribución a la realización del trabajo.

A los Doctores José Fargas y Ludwig Müller, por su aporte precioso en la redacción del texto final.

Al Profesor Luis Salazar de la facultad de Agronomía de la Universidad de Costa Rica, sin cuya colaboración este trabajo hubiera sido imposible. El Ingeniero Luis comparte con el Asesor Principal todo el mérito del trabajo.

A los Profesores que han contribuido a mi formación en el Centro.

Al Gobierno de Holanda, por la beca que ha posibilitado la realización de estos estudios de Posgrado.

A PROMECAFE, por el financiamiento de los gastos del trabajo, y al Personal de Administración y obrero en el Centro, por la colaboración prestada.

A la Misión del USAID en Puerto Príncipe, por el apoyo económico que ha facilitado la prolongación de mi estadía en el CATIE.

A los Doctores Peter Graaf, Antonio Pinchinat y Ariel Azael, por haber facilitado mi ingreso en el CATIE.

A los Hermanos del Oriente de Turrialba cuyo aprecio, fraternidad y amistad me recuerda una vez más la nobleza espiritual de la Masonería.

A los compañeros de la Promoción 1982-1984 y de las otras, por su amistad y colaboración.

## BIOGRAFIA

El autor es haitiano. Nació en Saint-Louis du Sud, cantón del departamento del Sur de Haití, el 15 de setiembre de 1953.

Sus estudios primarios y secundarios se realizaron en Port-au-Prince (Puerto Príncipe), la Capital del País. El ciclo primario se llevó a cabo en la Escuela Richard Azor de 1962 a 1966 y el secundario, durante los años 1966 a 1973, sucesivamente en el Liceo Toussaint Louverture, el Colegio Philadelphie y el Liceo Anténor Firmin.

Ingresó en 1975 a la Facultad de Agronomía de la Universidad de Estado de Haití. Se graduó Agrónomo en 1979.

Cumplió con sus servicios cívicos en el Islote de Desarrollo de Croixfer, Distrito Agrícola de Belladère, donde trabajó como extensionista de 1979 a 1981. De agosto a noviembre de 1981, trabajó en un Proyecto de Levantamiento de Suelos y, en diciembre del mismo año, pasó a ser responsable del Centro Cafetalero de Pilate-Plaisance en el Departamento del Norte.

Ingresó en marzo de 1982, al Departamento de Producción Vegetal del Programa de Estudios de Posgrado de la Universidad de Costa Rica y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (UCR-CATIE), mediante una beca del Gobierno de Holanda, graduándose de Magister Scientiae en junio de 1984.

## CONTENIDO

	Página
RESUMEN . . . . .	viii
SUMMARY . . . . .	X
RESUME . . . . .	xii
LISTA DE CUADROS . . . . .	xiv
1. INTRODUCCION . . . . .	1
2. REVISION DE LITERATURA . . . . .	3
Importancia económica de los nemátodos del género <i>Meloidogyne</i> en caficultura . . . . .	3
<i>Meloidogyne exigua</i> . . . . .	3
Otras especies . . . . .	4
Efectos en la planta . . . . .	5
Investigaciones realizadas para evaluar la reacción del ca- feto a <i>Meloidogyne exigua</i> . . . . .	5
Método de inoculación . . . . .	5
Investigación sobre resistencia . . . . .	6
Concepto de resistencia en estudios sobre los nemátodos del género <i>Meloidogyne</i> . . . . .	7
Naturaleza de la resistencia de las plantas a <i>Meloidogyne</i> . .	8
Escala utilizadas para evaluar la resistencia . . . . .	9
3. MATERIALES Y METODOS . . . . .	11
Determinación de sustrato, fuente, niveles de inóculo y pe- ríodo mínimo para hacer la evaluación . . . . .	11
Determinación del efecto de una dosis única o fraccionada de los niveles de inóculo sobre el grado de infestación . . . . .	12
Determinación de la relación entre el grado de infestación y las variables de crecimiento . . . . .	12
Preparación de las fuentes de inóculo . . . . .	13
Siembra y transplante . . . . .	14
Inoculación . . . . .	14
Manejo de los ensayos . . . . .	14
Procedimiento de evaluación de algunas variables . . . . .	15
4. RESULTADOS . . . . .	17
Determinación de tipo de sustrato, fuente, niveles de inócu- lo y periodo mínimo para hacer la evaluación . . . . .	17
Determinación del efecto de una dosis única o fraccionada de los niveles de inóculo sobre el grado de infestación . . . . .	19
Determinación de la relación entre el grado de infestación y las variables de crecimiento . . . . .	25



## RESUMEN

### METODOLOGIA PARA EVALUAR LA REACCION DEL CAFETO AL METODO *Meloidogyne exigua* GOELDI,

El presente trabajo se llevó a cabo en un invernadero del CATIE, Turrialba, Costa Rica, con el propósito de establecer una metodología para evaluar la reacción del cafeto al nemátodo *Meloidogyne exigua* Goeldi. Los objetivos específicos fueron: a) Determinar el tipo de sustrato que facilite el mayor índice de infestación de la planta. b) Determinar el periodo de tiempo mínimo más indicado para hacer la evaluación del daño en la planta después de la inoculación. c) Encontrar el método de inoculación más adecuada para garantizar el mayor índice de severidad. e) Describir los síntomas foliares del ataque de *Meloidogyne exigua* en la planta de café. f) Determinar las fuentes y los niveles adecuados para estudiar el grado de tolerancia o resistencia de plantas de *Coffea arabica*, *Coffea canephora*, *Coffea liberica* e híbridos entre estas especies. g) Establecer una escala para calificar la severidad del daño. h) Determinar la variable de crecimiento que refleje mejor el efecto de *Meloidogyne exigua* en la planta de café.

Para realizar estos objetivos, se realizaron tres ensayos. En el primero, se probaron como sustratos arena pura y una mezcla de arena y suelo; como fuentes de inóculo, se usaron suspensiones de larvas de 0, 10, 20 y 30g de raíces infestadas y suspensiones de 0,5000, 15000 y 25000 huevos.

El segundo ensayo se estableció con arena pura y la inoculación se hizo con los mismos niveles de inóculo antes mencionados, estudiando el efecto de una dosis única o fraccionada de los mismos.

En el tercer ensayo se usó arena pura y se probaron suspensiones de larvas provenientes de 0, 16, 19, 22 y 25g de raíces, y suspensiones de raíces trituradas sin pasar por mallas de 0, 8, 13, 18 y 23g.

En los dos primeros ensayos, se usó el cultivar Catuaí T 5267 y en el tercero se usaron otros cinco: Caturra T 2308, Catimor T5159 y T 8663, Robusta T 3483 y Liberica T 1124.

Se encontró que la arena pura es más adecuada para hacer estudios sobre nemátodos, dando más agallas que la mezcla arena + suelo.

Las mejores fuentes de inóculo fueron suspensiones de larvas provenientes de 20g de raíces, 1.5000 huevos y 13g de raíces trituradas sin pasar por mallas.

No se evidenció un efecto diferencial significativo de la aplicación de un nivel de inóculo en dosis única o fraccionada sobre el grado de infestación.

Se estableció el período mínimo de 75 días como el más indicado para hacer la evaluación del daño en la planta después de la inoculación.

Ningun sintoma foliar se expresó como efecto de la inoculación.

Se proponen tres escalas para calificar el daño en la planta,

Ninguno de los parámetros evaluados para medir el efecto del nemátodo sobre el crecimiento de la planta, tuvo correlación con el grado de infestación,

Se recomienda utilizar cuatro repeticiones y parcelas de dos plantas por tratamiento.

## SUMMARY

### METHODOLOGY TO EVALUATE THE REACTION OF COFFEE TREE TO THE NEMATODE *Meloidogyne exigua* GOELDI

The present work has been carried out in a greenhouse of CATIE, Turrialba, Costa Rica, with the purpose to establish a methodology to evaluate the reaction of coffee tree to the nematode *Meloidogyne exigua* Goeldi. The specific objectives were: a) To determinate the type of substratum that facilitates the greatest index of infestation of the plant. b) To determinate the shorter period of time more appropriate to do the evaluation of the damage in the plant after inoculation. c) To encounter the method of inoculation more suitable to guarantee the greater index of severity. d) To describe the symptoms of the attack of *Meloidogyne exigua* in the plant of coffee. e) To determinate the sources and levels of inoculum more suitable to study the grade of tolerance or resistance in plants of *Coffea arabica*, *Coffea canephora*, *Coffea liberica* and hybrids between these species. f) To establish a scale to qualify the severity of the damage. g) To determinate the variable of growth that reflects better the effect of *Meloidogyne exigua* in the plants of coffee.

To realize these objectives, three trials have been realized. In the first one, pure sand and a mixture of sand and soil were proved as substratums; suspensions of larvae from 0, 10, 20 and 30g of infested roots and suspensions of 0, 5000, 15000 and 25000 eggs were used as sources of inoculum.

The second trial has been established with pure sand and the inoculation done with the same levels of inoculum previously mentioned, studying the effect of a unique and gractionned doses of themselves.

In the third trial, pure sand was utilized and suspensions of larvae from 0, 16, 19, 22 and 25g of roots and suspensions of unscreened triturated roots of 0, 8, 13, 18 and 23g.

In the first two trials, the cultivar Catuai T 5267 was used and in the third one were proved other five more: Caturra T 2308, Catimor T 5159 and T 8663, Robusta T 3483 and Liberica T 1124.

It has been encountered that pure sand is more suitable to carry out studies on nematodes, by giving more galls than the mixture sand + soil.

The best sources of inoculum were suspensions of larvae from 20g of roots, 15000 eggs and 13g of unscreened triturated roots.

No significant differential effect was evidenced from application of a level of inoculum in unique or fractionnal dose on the grade of infestation.

The minimal period of 75 days was established as more appropriate to do the evaluation of the damage in the plant after inoculation.

No foliar symptom was expressed as effect of the inoculation.

Three scales have been proposed to qualify the damage in the plant:

None of the parameters evaluated to measure the effect of the nematode on the growth of the plant had correlation with the grade of infestation.

It is to be utilized four replications and plots of two plants by treatment,

## RESUME

### METHODOLOGIE POUR EVALUER LA REACTION DU CAFEIER AU NEMATODE *Meloidogyne exigua* GOELDI

Le présent travail a été réalisé dans un phytotron du CATIE, Turrialba, Costa Rica, dans le but d'établir une méthodologie pour évaluer la réaction du caféier au nématode *Meloidogyne exigua* Goeldi. Les objectifs spécifiques ont été: a) Déterminer le type de substrat qui facilite l'indice d'infestation maximal de la plante. b) Déterminer l'intervalle de temps minimal le plus approprié pour faire l'évaluation du dégât dans la plante. c) Trouver la méthode d'inoculation la plus adéquate pour garantir l'indice de sévérité maximal. d) Décrire les symptômes de l'attaque de *Meloidogyne exigua* sur le feuillage du caféier. e) Déterminer les sources et les niveaux d'inoculum les plus adéquats pour étudier le degré de tolérance ou de résistance des plantes de *Coffea arabica*, *Coffea canephora*, *Coffea liberica* et d'hybrides entre ces espèces. f) Etablir une échelle pour qualifier la sévérité du dégât. g) Déterminer la variable de croissance qui reflète le mieux l'effet de *Meloidogyne exigua* sur le caféier.

Pour réaliser ces objectifs, on a entrepris trois essais. Dans le premier, on étudia comme substrats du sable pur et un mélange de sable et sol; comme sources d'inoculum, on utilisa des suspensions de larves provenant de 0, 10, 20 et 30g de racines infestées et des suspensions de 0, 5000, 15000, et 25000 oeufs.

Le second essai a été établi avec du sable pur et l'inoculation faite avec les mêmes niveaux d'inoculum mentionnés antérieurement, étudiant l'effet d'une dose unique ou fractionnée de ceux-la.

Dans le troisième essai, on utilisa du sable pur et on étudia des suspensions de 0, 16, 19, 22 et 25g de racines et des suspensions de racines triturées de 0, 8, 13, 18 et 23g non filtrées par les mailles.

Dans les deux premiers essais, on utilisa le cultivar Catuaí T 5267 et dans le troisième cinq autres en plus: Caturra T 2308, Catimor T 5159 et T 8663, Robusta T 3483 et Liberica T 1124.

On rencontre que le sable pur est plus adéquat pour mener des études sur les nématodes, donnant plus de nodules que le mélange sable + sol.

Les meilleures sources d' inoculum ont été les suspensions de larvas provenant de 20g de racines, 15000 oeufs et 13g de racines triturées non filtrées par les mailles.

Aucun effet différentiel significatif de l' application d' un niveau d' inoculum, en dose unique ou fractionnée sur le degré d' infestation s' est manifeste.

On a établi l' intervalle de temps minimal de 75 jours comme le plus approprié pour faire l' évaluation du dégât dans la plante après l' inoculation.

Aucun symptôme foliaire s' est manifesté comme effet de l' inoculation.

Trois échelles ont été proposées pour qualifier le dégât dans la plante.

Aucun des paramètres évalués pour mesurer l' effet du nématode sur la croissance eut de corrélation avec le degré d' infestation.

On recommande d' utiliser quatre répétitions et des parcelles de deux plantes par traitement.



LISTA DE CUADROS

Cuadro N° En el texto		Página
1	Algunas características de los sustratos utilizados.... ..	12
2	Escala de tamaño de agallas .....	15
3	Número de agallas en plántulas de <i>Coffea arabica</i> cv Catuai T 5267 inoculadas con tres niveles de suspensiones de larvas y de huevos de <i>Meloidogyne exigua</i> en evaluaciones realizadas a los 45 y 75 días después de la inoculación.....	18
4	Cuadrados medios de número de agallas obtenidas a los 45 y 75 días después de la inoculación en plántulas de <i>Coffea arabica</i> cv Catuai T 5267 inoculadas con tres niveles de suspensiones de larvas y de huevos de <i>Meloidogyne exigua</i> ...	18
5	Promedio de número de agallas en plántulas de <i>Coffea arabica</i> cv Catuai T 5267 inoculadas con tres niveles de suspensiones de larvas y de huevos de <i>Meloidogyne exigua</i> usando arena y arena + suelo como sustratos de crecimiento para las plántulas .....	20
6	Promedio de número de agallas en plántulas de <i>Coffea arabica</i> cv Catuai T 5267 inoculadas con tres niveles de suspensiones de larvas y huevos de <i>Meloidogyne exigua</i> en evaluaciones realizadas a los 45 y 75 días después de la inoculación.....	20
7	Número de agallas, porcentaje estimado de raíces agalladas grado de infestación y tamaño de agallas (A-D) en plántulas de <i>Coffea arabica</i> cv Catuai T 5261 inoculadas con tres niveles de suspensiones de huevos y de larvas aplicadas en dosis únicas y fraccionada en un 65% y 35%.....	21
8	Cuadrados medios de número de agallas, porcentaje estimado de raíces agalladas y grado de infestación en plántulas de <i>Coffea arabica</i> cv Catuai T 5267 inoculadas con tres niveles de suspensiones de huevos y de larvas de <i>Meloidogyne exigua</i> aplicadas en dosis única y fraccionada en un 65 % y 35% .....	23
9	Cuadrados medios según diseño factorial de número de agallas, porcentaje estimado de raíces agalladas y grado de infestación en plántulas de <i>Coffea arabica</i> cv Catuai T 5267 inoculadas con tres niveles de suspensiones de huevos y de larvas de <i>Meloidogyne exigua</i> aplicados en dosis única y fraccionada en un 65% y 45%.. ..	24
10	Promedio de número de agallas en plántulas de <i>Coffea arabica</i> cv Catuai T 5267 inoculadas con tres niveles de suspensiones de huevos y de larvas de <i>Meloidogyne exigua</i> aplicadas en dosis única y fraccionada en un 65% y 35%.....	26

11	Clasificación de promedio de número de agallas, porcentaje estimado de raíces agalladas y grado de infestación en plántulas de <i>Coffea arabica</i> cv Catuai T 5267 inoculadas con tres niveles de suspensiones de huevos y de larvas de <i>Meloidogyne exigua</i> aplicadas en dosis única y fraccionada en un 65% y 35%.....	27
12	Promedio de número de agallas, porcentaje estimado de raíces agalladas, grado de infestación, tamaño de agallas (A-D), diferencia de altura (cm) y biomasa seca (mg) de plántulas de <i>Coffea arabica</i> cv Catuai T 5267, inoculadas con cuatro niveles de suspensiones de larvas y de raíces trituradas infestadas por <i>Meloidogyne exigua</i> ,.....	29
13	Promedio de número de agallas, porcentaje estimado de raíces agalladas, grado de infestación, tamaño de agallas (A-D), diferencia de altura (cm) y biomasa seca (mg) de plántulas de <i>Coffea arabica</i> cv Caturra T 2308 inoculadas con cuatro niveles de suspensiones de larvas y de raíces trituradas infestadas por <i>Meloidogyne exigua</i> ..	30
14	Promedio de número de agallas, porcentaje estimado de raíces agalladas, grado de infestación, tamaño de agallas (A-D), diferencia de altura (cm) y biomasa seca (mg) de plántulas de un híbrido de <i>Coffea arabica</i> x <i>Coffea canephora</i> , Catimor T 5159, inoculadas con cuatro niveles de suspensiones de larvas y de raíces trituradas infestadas por <i>Meloidogyne exigua</i> .....	31
15	Promedio de número de agallas, porcentaje estimado de raíces agalladas, grado de infestación, tamaño de agallas (A-D), diferencia de altura (cm) y biomasa seca (mg) de plántulas de un híbrido de <i>Coffea arabica</i> x <i>Coffea canephora</i> , Catimor T 8663, inoculadas con cuatro niveles de suspensiones de larvas y de raíces trituradas infestadas por <i>Meloidogyne exigua</i> .....	32
16	Promedio de número de agallas, porcentaje estimado de raíces agalladas, grado de infestación, tamaño de agallas (A-D), diferencia de altura (cm) y biomasa seca (mg) de plántulas de <i>Coffea canephora</i> cv Robusta T 3453, inoculadas con cuatro niveles de suspensiones de larvas y de raíces trituradas infestadas por <i>Meloidogyne exigua</i> ..	33
17	Promedio de número de agallas, porcentaje estimado de raíces agalladas, grado de infestación, tamaño de agallas (A-D), diferencia de altura (cm) y biomasa seca (mg) de plántulas de <i>Coffea liberica</i> cv Liberica T 1124 inoculadas con cuatro niveles de suspensiones de larvas y de raíces trituradas infestadas por <i>Meloidogyne exigua</i> .....	34

18.	Promedio de número de agallas, porcentaje estimado de raíces agalladas, grado de infestación, tamaño de agallas (A-D), diferencia de altura (cm) y biomasa seca (mg) en los cultivares Catuai T 5267, Caturra T 2308, Catimor T 5159 Catimor T 8663, Robusta T 3443 y Liberica T 1124, inoculados con cuatro niveles de suspensiones de larvas y de raíces trituradas infestadas por <i>Meloidogyne exigua</i> .....	35
19.	Clasificación del promedio de número de agallas, porcentaje estimado de raíces agalladas, grado de infestación, diferencia de altura (cm) y biomasa seca (mg) en plántulas de <i>Coffea arabica</i> cv Catuai T 5267, inoculadas con cuatro niveles de suspensiones de larvas y raíces trituradas infestadas por <i>Meloidogyne exigua</i> .....	36
20.	Clasificación del promedio de número de agallas, porcentaje estimado de raíces agalladas, grado de infestación, diferencia de altura (cm) y biomasa seca (mg) en plántulas de <i>Coffea arabica</i> cv Caturra 2308 inoculadas con cuatro niveles de suspensiones de larvas y de raíces trituradas infestadas por <i>Meloidogyne exigua</i> .....	37
21.	Clasificación del promedio de número de agallas, porcentaje estimado de raíces agalladas, grado de infestación, diferencia de altura (cm) y biomasa seca (mg) en plántulas de un híbrido de <i>Coffea arabica</i> x <i>Coffea canephora</i> , Catimor T 5159, inoculadas con cuatro niveles de suspensiones de larvas y de raíces trituradas infestadas por <i>Meloidogyne exigua</i> .....	38
22.	Clasificación del promedio de número de agallas, porcentaje estimado de raíces agalladas, grado de infestación, diferencia de altura (cm) y biomasa seca (mg) en plántulas de un híbrido de <i>Coffea arabica</i> x <i>Coffea canephora</i> , Catimor T 8663, inoculadas con cuatro niveles de suspensiones de larvas y de raíces trituradas infestadas por <i>Meloidogyne exigua</i> .....	39
23.	Clasificación del promedio de número de agallas, porcentaje estimado de raíces agalladas, grado de infestación, diferencia de altura (cm) y biomasa seca (mg) en plántulas de <i>Coffea canephora</i> cv Robusta T 3483 inoculadas con cuatro niveles de suspensiones de larvas y de raíces trituradas infestadas por <i>Meloidogyne exigua</i> .....	40
24.	Clasificación del promedio de número de agallas, porcentaje estimado de raíces agalladas, grado de infestación, diferencia de altura (cm) y biomasa seca (mg) en plántulas de <i>Coffea liberica</i> cv Liberica T 1124 inoculadas con cuatro niveles de suspensiones de larvas y de raíces trituradas infestadas por <i>Meloidogyne exigua</i> .....	41

25	Escala propuesta para clasificar la severidad del daño de <i>Meloidogyne exigua</i> en plantas de café con base en el número de agallas .....	49
26	Grados de infestación y clasificación de la reacción manifestada por los cultivares Catuai T 5267, Caturra T 2308, Catimor T 5159, Catimor T 8663, Robusta T 3483, y Liberica T 1124 inoculados con cuatro niveles de suspensiones de larvas y de raíces trituradas infestadas por <i>Meloidogyne exigua</i> .....	49
27	Escala propuesta para clasificar la reacción del cafeto al daño de <i>Meloidogyne exigua</i> con base en la pérdida de biomasa en relación con el testigo.:: .....	50
28	Escala propuesta para clasificar la reacción del cafeto al daño de <i>Meloidogyne exigua</i> con base en el porcentaje estimado de raíces agalladas .....	50

## En el apéndice

1A.	Cuadrados medios de número de agallas, porcentaje estimado de raíces agalladas y grado de Infestación en plántulas de <i>Coffea arabica</i> cv Catuai T 5267 inoculadas con cuatro niveles de suspensiones de larvas y raíces infestadas por <i>Meloidogyne exigua</i> . .....	60
2A	Cuadrados medios de biomasa seca de plántulas de <i>Coffea arabica</i> cv Catuai T 5267 inoculadas con cuatro niveles de suspensiones de larvas y de raíces trituradas infestadas por <i>Meloidogyne exigua</i> .....	60
3A	Cuadrados medios de número de agallas, porcentaje estimado de raíces agalladas y grado de infestación en plántulas de <i>Coffea arabica</i> cv Caturra T 2308 inoculadas con cuatro niveles de suspensiones de larvas y de raíces trituradas infestadas por <i>Meloidogyne exigua</i> .....	61
4A	Cuadrados medios de biomasa seca de plántulas de <i>Coffea arabica</i> cv Caturra T 2308 inoculadas con cuatro niveles de suspensiones de larvas y de raíces trituradas infestadas por <i>Meloidogyne exigua</i> . .....	61
5A	Cuadrados medios de número de agallas, porcentaje estimado de raíces agalladas y grado de infestación en plántulas de un híbrido de <i>Coffea arabica</i> x <i>Coffea canephora</i> , Catimor T 5159, inoculadas con cuatro niveles de suspensiones de larvas y de raíces trituradas infestadas por <i>Meloidogyne exigua</i> .....	62

6A	Cuadrados medios de biomasa seca de plántulas de un híbrido de <i>Coffea arabica</i> x <i>Coffea canephora</i> , Catimor T 5159, inoculadas con cuatro niveles de suspensiones de larvas y de raíces trituradas infestadas por <i>Meloidogyne exigua</i> .....	62
7A	Cuadrados medios de número de agallas, porcentaje estimado de raíces agalladas y grado de infestación en plántulas de un híbrido de <i>Coffea arabica</i> x <i>Coffea canephora</i> , Catimor T 8663, inoculadas con cuatro niveles de suspensiones de larvas y de raíces trituradas infestadas por <i>Meloidogyne exigua</i> .....	63
8A	Cuadrados medios de biomasa seca de plántulas de un híbrido de <i>Coffea arabica</i> x <i>Coffea canephora</i> , Catimor T 8663, inoculadas con cuatro niveles de suspensiones de larvas y de raíces trituradas infestadas por <i>Meloidogyne exigua</i> .....	63
9A	Cuadrados medios de número de agallas, porcentaje estimado de raíces agalladas y grado de infestación en plantulas de <i>Coffea canephora</i> cv Robusta T 3483 inoculadas con cuatro niveles de suspensiones de larvas y de raíces trituradas infestadas por <i>Meloidogyne exigua</i> .....	63
10A	Cuadrados medios de biomasa seca de plántulas de <i>Coffea canephora</i> cv Robusta T 3483, inoculadas con cuatro niveles de suspensiones de larvas y de raíces trituradas infestadas por <i>Meloidogyne exigua</i> .....	64
11A	Cuadrados medios de número de agallas, porcentaje estimado de raíces agalladas y grado de infestación en plántulas de <i>Coffea liberica</i> cv Liberica T 1124 inoculadas con cuatro niveles de suspensiones de larvas y de raíces trituradas infestadas por <i>Meloidogyne exigua</i> .....	65
12A.	Cuadrados medios de biomasa seca de plántulas de <i>Coffea liberica</i> cv Liberica T 1124, inoculadas con cuatro niveles de suspensiones de larvas y de raíces trituradas infestadas por <i>Meloidogyne exigua</i> .....	65
13A.	Matriz de correlación entre número de agallas, porcentaje estimado de raíces agalladas, grado de infestación, diferencia de altura y biomasa seca de plántulas de <i>Coffea arabica</i> cv Catuai T 5207 inoculadas con cuatro niveles de suspensiones de larvas y de raíces trituradas infestadas por <i>Meloidogyne exigua</i> .....	66

14A	Matriz de correlación entre número de agallas, porcentaje estimado de raíces agalladas, grado de infestación, diferencia de altura y biomasa seca de plántulas de <i>Coffea arabica</i> cv Caturra T 2308, inoculadas con cuatro niveles de suspensiones de larvas y de raíces trituradas infestadas por <i>Meloidogyne exigua</i> .....	67
15A	Matriz de correlación entre número de agallas, porcentaje estimado de raíces agalladas, grado de infestación, diferencia de altura y biomasa seca de plántulas de un híbrido de <i>Coffea arabica</i> x <i>Coffea canephora</i> , Catimor T 5159, inoculadas con cuatro niveles de suspensiones de huevos y de raíces trituradas infestadas por <i>Meloidogyne exigua</i> .....	68
16A	Matriz de correlación entre número de agallas, porcentaje estimado de raíces agalladas, grado de infestación, diferencia de altura y biomasa seca de plántulas de un híbrido de <i>Coffea arabica</i> x <i>Coffea canephora</i> , Catimor T 8663, inoculadas con cuatro niveles de suspensiones de larvas y de raíces trituradas infestadas por <i>Meloidogyne exigua</i> .....	69
17A	Matriz de correlación entre número de agallas, porcentaje estimado de raíces agalladas, grado de infestación, diferencia de altura y biomasa seca de plántulas de <i>Coffea canephora</i> cv Robusta T 3483 inoculadas con cuatro niveles de suspensiones de larvas y de raíces trituradas infestadas por <i>Meloidogyne exigua</i> .....	70
18A	Matriz de correlación entre número de agallas, porcentaje estimado de raíces agalladas, grado de infestación, diferencia de altura y biomasa seca de plántulas de <i>Coffea liberica</i> cv Liberica T 1124 inoculadas con cuatro niveles de suspensiones de larvas y de raíces trituradas infestadas por <i>Meloidogyne exigua</i> .....	71

## 1. INTRODUCCION

Los nemátodos fitoparásitos constituyen uno de los factores limitantes a la actividad agrícola. al afectar la mayoría de las especies cultivadas. tribuyen además a la transmisión de hongos y bacterias de suelos (18, 81). especies del género *Meloidogyne* son un buen ejemplo de ello (34, 38, 62).

Las especies de *Meloidogyne* tienen índices muy elevados de diseminación y de carácter dañino. La amplia gama de hospedantes y la distribución cosmopolita del género lo convierten en una amenaza para la producción mundial de alimento; (2). Las especies de este género atacan prácticamente a todos los cultivos, reducir, la cosecha y la calidad del producto (38). A veces no se cosechan los productos de las plantas infestadas por no tener valor comercial (87).

En el cultivo del cafeto, los nemátodos son motivo de especial preocupación por dos causas fundamentales: la naturaleza perenne del cultivo y el difícil control de estos parásitos, una vez que han infestado las raíces de la planta (79). Según Gonçalvez (38), los nemátodos de este género pueden mermar la producción hasta en un 20%. Souza, citado por Colbert (18), anotó que una plantación de 2 a 20 años podría sufrir pérdidas del 24 al 35 %, debido al complejo formado por nemátodos y otros organismos. La especie *M. exigua* es conocida como la más comúnmente asociada con el cafeto en las países de Centro América (1, 62, 64, 72, 80).

Varios estudios se han llevado a cabo para caracterizar los daños de *M. exigua* en el cafeto e investigar los medios de combate mediante el uso de neozofias y de cultivares que poseen cierta tolerancia. La búsqueda de resistencia constituye a mediano y largo plazo el método más adecuado y económico para disminuir el daño causado por los nemátodos, particularmente *M. exigua* (17, 20, 28).

A pesar del gran interés por el estudio de los nemátodos del género *Meloidogyne* y principalmente la especie *M. exigua*, hasta ahora no se ha establecido una metodología para evaluar la reacción del cafeto a la inoculación de dicha especie. Tal metodología sería para los investigadores una herramienta útil al seleccionar material resistente o con cierto grado de tolerancia a *M. exigua*. Por tal motivo, se ha planteado este trabajo.

El objetivo general de esta investigación es: establecer una metodología para evaluar la reacción del cafeto al nemátodo *M. exigua*.

Los específicos son:

- a) Determinar si el tipo de sustrato facilita una mayor infestación de las plantas.

- b) Determinar el período de tiempo mínimo más indicado para evaluar el daño del nemátodo en las plantas después de la inoculación.
- c) Determinar el método más adecuado de inoculación para obtener el mayor índice de infestación.
- d) Describir los síntomas del ataque de *M. exigua* en plantas de café.
- e) Determinar cuales fuentes y niveles de inóculo son los más adecuados para estudiar niveles de tolerancia en materiales de *Coffea arabica*, *C. canephora*, *C. liberica* e híbridos de *C. arabica* x *C. canephora*.
- f) Establecer una escala para evaluar la severidad del daño causado por *Meloidogyne exigua* en café.
- g) Determinar la variable de crecimiento que refleje mejor el efecto del *M. exigua* en la planta de café.

Para lograr los objetivos mencionados, el trabajo se realizó en tres ensayos:

- Determinación del tipo de sustrato, la fuente, los niveles de inóculo y el período mínimo para hacer la evaluación.
- Determinación del efecto de una dosis única o fraccionada de los niveles de inóculo sobre el grado de infestación.
- Determinación de la relación entre el grado de infestación y la variables de crecimiento.

## 2. REVISION DE LITERATURA

Importancia de los nemátodos del género *Meloidogyne* en el cultivo del café.

### *Meloidogyne exigua* .

Jobert, en 1978, fué el primero en registrar, en América., el café como hospedante de nemátodos formadores de agallas. Esta información permitió a Goeldi, nueve años más tarde, identificar al nemátodo como *Meloidogyne exigua* (64). Esta especie es la más comúnmente asociada al cultivo de café y en Brasil se ha encontrado prácticamente en todos los cafetales (62, 63). Medina *et al.*, (57), anotaron que hacia fines del siglo pasado, *M. exigua* afectó severamente la caficultura en Río de Janeiro, y según Gonçalves *et al.*, (38), hubo la necesidad de sustituir el café por la caña de azúcar.

Cramer (19), anotó que entre las pestes no fungosas que atacan al cafeto en Java, los nemátodos son los más destructores. Recalcó que las plantas de *C. arabica* pueden recuperarse del ataque de la roya, *Hemileia vastatrix* Berk y Brooke, mientras que las plantas afectadas por nemátodos produjeron poco declinaron y murieron.

En 1957, se observó (85, 86), en Angola un ataque muy severo en *C. arabica* con una incidencia del 1% en las plantas nuevas y de un 70 a 100% en plantas de mayor edad. Sylvain (80), en 1959 anotó que en El Salvador, los nemátodos son la mayor plaga del cafeto después del hongo *Mycena citricolor*; este mismo autor informó que los nemátodos se registraron en cafetales de México, Guadalupe, Martinica, Colombia, Perú, Java, Congo, Madagascar, Uganda, y Brasil. Flores y Yepes (35) citaron a *Meloidogyne exigua* como un nemátodo muy importante en Venezuela. Vásquez, citado por Román (64), relató que en México este nemátodo provocó la muerte del 85% de la resiembra. Chitwood y Berger (14) y Schieber (72) señalaron a *M. exigua* como el mayor factor limitante de la producción cafetalera en Guatemala. En Dominicana, según Schieber (73) está misma especie, junto con *Pratylenchus spp*, es la más importante en el cultivo de café.

En un estudio en el cual se usó el cultivar Hundo Novo línea 378-19, Krruda (4, 5, 6) observó una disminución del 30% en la altura de las plantas inoculadas en relación con las sanas, y una reducción del 50% en rendimiento

para las dos primeras cosechas.

Con base en la indentificación de especies de poblaciones recibidas de muchas partes del mundo, Sasser (70) citó a *M. exigua* como patógeno especial del cafeto en América Central y del Sur. El estimó la pérdida de rendimiento en un 10% en México, América Central y el Caribe, en un 24% en Brasil y 13% para los otros países de América del Sur.

Según Lordello (52) en el caso de la no formación de agallas, la hembra agrieta la superficie radicular y puede ser vista como cuerpo globular blancuzco, con masas de huevos. Bajo estas condiciones el patógeno es más dañino que en el caso de los nódulos, por constituir estas grietas puerta de entrada de otros patógenos como hongos, bacterias y otros nemátodos. Según este mismo autor existen dos razas de *M. exigua*, una más patogénica que la otra para *C. arabica*.

Otras especies.

Whitehead, citado por Román (64) presentó un listado de 64 especies de nemátodos asociados con el cafeto, de las cuales 13 pertenecer al género *Meloidogyne*. Junto con *M. exigua*, las especies *M. incognita* y *M. coffeicola* son las que atacan severamente las raíces del cafeto. Las dos últimas provocan daños similares y parecen ser más dañinas que *M. exigua*, la que, sin embargo, es más importante por su mayor distribución (39). Gonçalves et al (38) citaron por orden de importancia económica en el cafeto a *M. exigua*, *M. coffeicola*, *M. incognita* y *M. hapla* y en otros géneros a *Pratylenchus brachyurus* y *P. coffeae*. González (39) opinó que bajo el ataque de *M. exigua*, la planta no muere y aún puede responder a la fertilización pero en el caso de *M. incognita* no responde y termina por morir.

En un estudio realizado por Souza, citado por Colbert (18) en 500 cafetales, se encontró que los nemátodos provocaron una merma del rendimiento del 75% y *Meloidogyne spp* se presentó en el 48% de las muestras.

Baeza y Leguizamón (7) opinaron que las nuevas técnicas de manejo del cafeto, como la renovación y la plena exposición al sol, acentúan los problemas causados por *Meloidogyne*. Consideraron también que la presencia de estos parásitos es más crítica durante los primeros estados de desarrollo de la planta.

Efectos en la planta.

Las agallas son un síntoma del ataque de las especies de *Meloidogyne* (85). Este grupo de nemátodos provoca también deficiencias minerales (4) y otros síntomas parecidos a los causados por la sequía (18). Neto (59) anotó una descoloración del follaje que él asocio a la interferencia de los nemátodos en la absorción y la acumulación del nitrógeno y al aprovechamiento de los aminoácidos. Gonçalves (37) relató que, partiendo de una plantación nueva y sana, los primeros síntomas del ataque de *M. exigua* aparecen generalmente del primero al segundo año después del trasplante en el campo, si las plantas de café resisten este período crítico, al cuarto o quinto año los síntomas aéreos y dañinos aparentes son más pronunciados. Estos daños visibles van desapareciendo con el crecimiento, pero continúan los daños en la producción. En el caso de *M. coffeicola*, los síntomas aparecen en cafetos de más de siete u ocho años, generalmente de 12-15 años, los síntomas se acentúan con el tiempo y las plantas se desfolian completamente hasta morir. La especie *M. africana* entorpece el crecimiento del ápice de las raíces del cafeto, dando por resultado una proliferación de raicillas detrás del punto de infestación (84).

Según Chitwood y Berger, citados por Román (64), *M. incognita* no causa tanto rompimiento de la corteza de las raíces como *M. exigua*. Tampoco es pronunciada la formación de agallas en la base del tallo (23, 59). Neto (59) anotó diferencias en sintomatología al ataque de *M. exigua* en dos zonas de Sao Paulo, Brasil, observando que en una de las localidades el desarrollo de la parte aérea y las raíces estaban ramificadas con grandes cantidades de agallas de pequeño diámetro. En la otra zona, el desarrollo foliar era muy lento y se presentó una alta desfoliación, el sistema radical estaba poco ramificado y sin agallas, ocurriendo además mucha necrosis y desprendimiento de la corteza. Investigaciones realizadas para evaluar la reacción del cafeto *M. exigua*.

Método de inoculación.

En un estudio en el cual se inocularon plántulas de cafeto con 45g de raíces agalladas, Salas y Echandi (65) observaron que las agallas eran visibles en las raíces después de un mes, a los dos meses anotaron que las plántulas inoculadas eran ligeramente más pequeñas que en el testigo. Fazuoli y Loredello (33) llevaron a cabo un estudio que destacó al suelo de vivero de café como mejor que la arena pura para realizar estudios sobre nemátodos. Al estu -

diar el efecto de inocular plantitas de café en dos estados diferentes de desarrollo, Lordello *et al.*, citados por Nakasonok (58) observaron un mayor grado de infestación en plantitas de estado de "oreja de onca" que en el "palito de fósforo". Nakasonok (58) demostró que las larvas de *M. exigua* no infectan las raíces que hasta dos semanas después de la inoculación, al utilizar plantitas con un par de hojas normales y suelos de un cafetal infestado, como fuente de inóculo. Fazuoli *et al.* (33), buscando identificar fuentes de resistencia genética a *M. exigua* en híbridos inter e intraespecíficos y progenies procedentes de Etiopía inocularon el suelo con trozos de raíces infestadas y una suspensión de raíces trituradas. Neto (59), al estudiar la patogenicidad de *M. exigua*, inóculó plantitas en estado de "oreja de onca" con 50ml de una suspensión de raíces trituradas. En un estudio sobre el control químico de *M. exigua* en café, Curi y Silveira (21) realizaron la inoculación con suelo infestado por larvas, huevos y secciones de raíces infestadas de cafeto, además con masas de huevos. Fazuoli *et al.* (34), en un trabajo sobre herencia de la resistencia a *M. exigua*, usaron como inóculo suelo de áreas infestadas con el nemátodo. Baeza y Leguizamón (7) en una prueba con nematicida, emplearon cuatro masas de huevos provenientes de raíces de *C. arabica* infestadas naturalmente con *M. exigua*.

#### Investigaciones sobre resistencia

Muchos investigadores concuerdan en reconocer que la búsqueda de materiales resistentes es el método más adecuado y económico para enfrentar el problema de los nemátodos (17, 20, 28, 35, 44, 56, 67).

Varios estudios realizados en la búsqueda de materiales resistentes en Brasil, India y América Central, destacaron a las especies de *C. arabica* como susceptibles y las de *C. canephora* y *C. liberica* como tolerantes al nemátodo. En Guatemala, Gutiérrez y Jiménez (43) observaron el uso de materiales del cultivar Robusta como patrones y del cultivar Borbón como injerto, como técnica de injertación para combatir los nemátodos. La injertación se realizó en el estado de manguito, posteriormente la plantita injertada se colocó en un propagador y el trasplante se hizo un año después.

Fazuoli *et al.* (32) realizaron un estudio para evaluar la herencia de la resistencia del cafeto a *M. exigua* y opinaron que este carácter parecería ser controlado por genes de dominancia. Fazuoli, Carballo y Reis (33) estudiarán

en dos localidades diferentes de Brasil la reacción de infestación de progenies del Híbrido de Timor, de 'Mundo Novo', 'Catuai' y de otros materiales de *C. arabica* x *C. canephora* y de *C. arabica* x *C. dewevrey*. Encontraron, después de 4-6 meses en una localidad y 12 meses en la otra, que la diferencia en desarrollo entre las plantas infestadas y no infestadas no fué apreciable, sin embargo observaron que la población de *C. arabica* x *C. canephora* presentó un grado menor de infestación.

Curi et al, citados por [redacted] a (24), realizaron en Sao Paulo un programa de investigación [redacted] genético de *M. exigua*. Entre los materiales se usaron 74 variedades y líneas de *C. arabica* que fueron susceptibles al nemátodo. Se observó tolerancia en las líneas de 'Robusta', 'Laurentii', 'Kouillou', 'Guarini' y 'Bukobensis' de la especie de *C. canephora* y de las especies de *C. congensis* var. Bangelou y *C. eugenioides*. En experimentos posteriores realizados por Curi (\*), *C. eugenioides* mostró reacción de susceptibilidad, lo que hizo pensar en otra raza del nemátodo.

Según González (39), en el Instituto Agronómico de Campiñas, Sao Paulo, se ha comprobado la alta 'susceptibilidad de 'Mundo Novo' y la resistencia de 'Laurentii' y el comportamiento no definido de 'Stenophylla' a *M. exigua*. Para *M. incognita* y *M. coffeicola*, no se han identificado materiales resistentes de ninguna especie.

Concepto de resistencia en estudios sobre los nemátodos del género *Meloidogyne*.

Las plantas hospederas tienen un rango de susceptibilidad, siendo las de moderada y alta susceptibilidad aquellas en donde la reproducción del nemátodo es normal. Las plantas menos susceptibles son llamadas resistentes, pero tienen su variabilidad: ligeramente resistentes, moderadamente resistentes o inmunes (81). Taylor y Sasser (81) definen la resistencia de acuerdo a la reproducción del nemátodo. En una planta altamente resistente, la reproducción es inferior al 2% de la reproducción en una planta susceptible en condiciones similares de infestación del suelo; en una planta moderadamente resistente, es de 10 al 20% y en una ligeramente resistente, puede ser hasta el 50%.

(\*) Citados por Curi y Silvera (24)

Según Sasser y Taylor (68) la naturaleza de la resistencia depende de la capacidad de la planta evitar la penetración y desarrollo del nemátodo. Según ellos pueden ocurrir: a) poca entrada de larvas acompañadas de su desarrollo o no; b) incapacidad de penetración de las larvas; c) entrada de un gran número de larvas con grados variables de desarrollo.

#### Naturaleza de la resistencia de las plantas a *Meloidogyne*.

La resistencia de las plantas a las especies de *Meloidogyne* puede definirse como una característica o conjunto de características que inhiben la reproducción de una o más especies de nemátodos. La resistencia es el que inhibe la reproducción en un 90% (81) en comparación con los cultivos susceptibles de la misma especie.

Las plantas tolerantes son las que tienen un rendimiento de cosecha económico a pesar del daño causado por el patógeno (81).

Barrons (8,9) entiende por resistencia a nemátodos de agallas, cualquier capacidad que tenga la planta para crecer en suelo infestado sin formar agallas. Según él, la inmunidad sería la resistencia completa. En un trabajo que él hizo sobre frijol (*Phaseolus vulgaris*), logró verificar la entrada de muchas larvas, tanto en materiales resistentes como susceptibles y propuso la hipótesis de que la resistencia se debe a ciertas sustancias sintetizadas por la planta que contrarrestan la formación de células gigantes y de las secreciones de las larvas.

Según Smith y Taylor (76), en el caso de los nemátodos de agallas, la planta tiene un rango de resistencia que varía desde la inmunidad hasta la alta susceptibilidad. Opinaron que la resistencia se debe a la incapacidad de las larvas para alcanzar la madurez. Otro criterio de resistencia, según ellos, es la variabilidad en la producción de huevos. De acuerdo con estos autores, la resistencia se puede evaluar a partir del número de agallas.

Por otro lado, Fassuliotis (30) opinó que la resistencia puede ocurrir tanto en el suelo (preinfeccional) como en la raíz (post-infeccional). La resistencia preinfeccional es pasiva, natural o preexistente y opera antes de que el nemátodo penetra en la raíz. Según Wallace, citado por el mismo autor, este tipo de resistencia se asocia con exudados de la raíz que repelen las larvas en estado infectivo o son tóxicos a las mismas.

Según Fassuliotis (30) la manifestación de la resistencia post-infeccional es la alteración del sexo hacia más machos o la salida de las larvas de las

raíces después de su penetración.

Según Paulson y Webster (60), los nemátodos manifiestan también la hipersensibilidad.

Escalas utilizadas para evaluar la resistencia.

Según Yirk y Birchfield, citados por Sirdhu y Webster (74), se utilizan diferentes métodos de evaluación de la resistencia del hospedante a los nemátodos de agallas, dependiendo de la naturaleza del experimento.

Smith y Taylor (76) propusieron la siguiente escala de evaluación:

<u>Categoría de infección</u>	<u>Índice de agallas (%)</u>	<u>Índice relativo</u>
0	No infestación	Sin infestación
1	1-25	Infestación ligera
2	26-50	" mediana
3	51-75	" alta
4	76-100	" "

En un ensayo con la especie *M. incognita*, Jaehn y Rebel (46) clasificaron el nivel de infestación de acuerdo al sistema:

<u>Nota</u>	
1	Ausencia de nemátodos
2	10-30% del sistema radical atacado
3	40-60% " " " "
4	80% y más del sistema radical atacado

En un trabajo cuyo fin fue de evaluar las razas 2,3 y 4 de *M. incognita*, en café, Medina, Fazuli y Costa (57) usaron la escala:

<u>Índice</u>	<u>Promedio de agallas y/o masa de huevos por planta</u>
0	3
1	1-2
2	3-10
3	11-30
4	31-100
5	> 100

En un trabajo para detectar la influencia del suelo, del nemátodo y la interacción suelo x nemátodo en café, Neto (59) usó la siguiente escala:

Nota	<u>Descripción</u>
0	Sin infestación
1	Infestación sumamente baja
2	Infestación baja, visible al ojo
3	" moderada
4	" severa
5	" muy severa

### 3. MATERIALES Y METODOS

El trabajo se llevó a cabo en un invernadero del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica, localizado a 83° 30' de longitud Oeste y 9° 53' de latitud Norte, a una altitud de 602 m.s. n.m. (14).

Determinación de sustrato, fuente, niveles de inóculo y período mínimo para hacer la evaluación.

Como sustratos de crecimiento se probaron la arena pura y la mezcla arena + suelo (1:1) esterilizadas con vapor de agua a una temperatura aproximada de 70°C.

El análisis granulométrico de los sustratos utilizados se indica en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Algunas características de los sustratos utilizados

Sustrato	p.H.	Porcentaje			Textura
		Arena	Limo	Arcilla	
Arena	7.30	92	4	4	Arenosa
Arena + Suelo	5.90	65	22	13	Franco arenosa

Se probaron dos fuentes de inóculo: suspensiones de huevos y suspensiones de larvas.

Se utilizaron los siguientes niveles de inóculo: 0, 5000, 15000 y 25000 huevos y suspensiones de larvas provenientes de 0, 10, 20 y 30g de raíces infestadas.

La Unidad experimental, la constituyó una plántula de 'Catuai' T 5257, transplantada a una bolsa de polietileno negra, la cual recibió el tratamiento respectivo. El ensayo se ordenó según un diseño de parcelas divididas. Las parcelas grandes fueron los sustratos arena pura y la mezcla arena + suelo y las pequeñas, los niveles de inóculo.

La evaluación se realizó a los 45 y 75 días después de la inoculación.

La variable medida fue número de agallas. El análisis estadístico incluyó: análisis de variancia y Prueba de Duncan al 5% para clasificar las

## medidas de tratamientos.

Determinación del efecto de una dosis única o fraccionada de los niveles de inóculo sobre el grado de infestación.

Como sustrato de crecimiento se utilizó arena pura .

Las fuentes de inóculo fueron suspensiones de larvas y de huevos, al igual que en el primero ensayo. Se utilizaron los niveles de 0, 5000, 15000 y 25000 huevos y larvas provenientes de 0, 10, 20 y 30g de raíces infestadas en dosis única, y en dosis fraccionada se aplicó el 65% de los niveles la primera vez y el 35%, 30 días después.

La unidad experimental la constituyó una plántula de "Catuai" T 5267 transplantada a su bolsa de polietileno negra. El diseño empleado fué un bloque completamente al azar con cuatro repeticiones.

La evaluación se realizó a los 75 días después de la primera aplicación. Las variables evaluadas fueron: número de agallas, tamaño de agallas, porcentaje estimado de raíces agalladas, y grado de infestación.

Los datos de número de agalla's fueron transformados a  $Y = \sqrt{X + 1}$  para uniformizarlos. Las medias de tratamientos se clasificaron según la prueba de Tukey al 5%.

Determinación de la relación entre el grado de infestación y las variables de crecimiento.

El sustrato de crecimiento utilizado fué arena pura.

Las fuentes de inóculo fueron suspensiones de larvas y suspensiones de raíces trituradas sin pasar por mallas.

Se utilizaron seis cultivares:

- dos de *C. arabica*: Catuai línea T 5257 y Caturra línea T 2308.
- uno de *C. canephora*: Robusta línea T 3483.
- uno de *C. liberica*: Liberica línea T 1124.
- dos líneas de un híbrido de *C. arabica* x *C. canephora*: Catimor líneas T 5150 y T 8603.

Se trabajó con suspensiones de larvas provenientes de 0, 16, 19, 22 y 25g de raíces y suspensiones de raíces trituradas de 0, 8, 13, 18 y 23g.

La unidad experimental, la constituyó una plántula de **uno** u otro cultivar transplantada a UM bolsa de polietileno negra.

El experimento se ordenó en un diseño de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones.

La evaluación se hizo a los 35 días después de la inoculación y las variables fueron:

Número de agallas  
 Altura de plantas  
 Tamaño de agallas (%)  
 Grado de infestación  
 Biomasa seca de raíz  
 " " de tallo  
 " " de follaje

Se calculó:

Biomasa seca total  
 " " de la parte aérea  
 (Biomasa seca de raíz/ Biomasa seca de parte aérea. (%))  
 Pérdida de biomasa expresada por:  
 (Biomasa sana- Biomasa infestada ) / Biomasa sana (%).

El análisis estadístico incluyó:

- Análisis de variancia para cada cultivar.
- Prueba de Tukey al 5% para clasificar las medias de tratamiento.
- Análisis de correlación entre las variables.

Preparación de las fuentes de inóculo.

Las fuentes de inóculo fueron preparadas a partir de raíces severamente infestadas, sacadas de un cafetal. Se lavaron las raíces para quitarles toda partícula de suelo.

Se trituraron las raíces en una licuadora por unos diez segundos. Luego el licuado se pasó a través de un juego de mallas superpuestas: 100, 325 y 500 mallas. La suspensión de larvas se recogió en la malla de 325 y la de huevos en la malla de 500. La suspensión de raíces trituradas no se pasó por mallas

Una vez extraídos los huevos, estos *se* recogieron en un vaso de precipitación, el cual se aforó con agua potable a un volumen determinado; la suspensión así obtenida se homogenizó produciendo burbujas de aire con una pipeta. Inmediatamente después se tomaron cinco alícuotas de 1ml cada una, las que se colocaron en recipientes plásticos y rectangulares (6 x 3cm); *se* contó el número de huevos en cada una de ellas y luego *se* calculó el número promedio por mililitro de suspensión. Con base en ese dato, se tomó el volumen necesario correspondiente a la cantidad de huevos a aplicarse en cada tratamiento.

#### Siembra y transplante.

La siembra se hizo en cajones de 50 x 40 x 6 cm con arena esterilizada, se colocaron en una cámara de germinación a temperaturas de 23°-28°C y a una humedad relativa del 100%. A los 25 días, las plántulas en el estado de "palito de fósforo", se transplantaron a bolsas de polietileno negras de 9" x 12" conteniendo al sustrato respectivo.

#### Inoculación.

Luego de tomar la suspensión de larvas y de huevos, se le aforó con agua potable a 75cc. Los tratamientos con raíces trituradas sin pasar por mallas se aplicaron en un volumen de 180cc.

Previo a la inoculación, se hizo una ligera remoción del sustrato. Luego, mediante un vaso de precipitación se aplicó el inóculo alrededor de la plántula en un radio no mayor de 4cm.

La inoculación se hizo cuando las plántulas estuvieron en el estado de un par de hojas normales bien desarrolladas.

#### Mnejo de los ençavos.

Durante los primeros 15 días, se aplicó un volumen de 50cc de agua, cada dos o tres días para mantener una humedad adecuada del sustrato. Posteriormente a este período y hasta el final del ensayo, se usó un volumen de 100cc de agua potable. La frecuencia de riego fue cada cuatro días en tiempo de intenso brillo solar y siete días en tiempo nublado o húmedo.

El abonamiento se hizo al suelo y al foliaje. Para la aplicación al sus-

trato, el fertilizante, con proporción 20-7-12-3-1, 2, se disuelve en el agua de riego y corresponde a una cantidad de 2,5g por bolsa o planta.

Las aplicaciones foliares fueron tres, dos con el fertilizante Stimofol\* y una con el Krespo\* respectivamente a 5 y 2,5g por 3,7l de agua, hechas en forma alternada mezclada con los fungicidas, con intervalos de 30 días.

Con fines de prevenir ataques de hongos, se incluyeron en las aplicaciones de los abonos foliares, los fungicidas: Difolatan, Kocide y Fermate usando 9; 4,5 y 5g de cada producto comercial respectivamente por 3,7 l de agua.

Para hacer la evaluación, se regó el sustrato con gran cantidad de agua de tubo de manera que quede muy suelto. Se sacó la planta sin romper las raíces. Luego, se lavó el sistema radical y se puso a secar sobre un papel periódico. Enseguida, se hizo el conteo de número de agallas.

Procedimiento de evaluación de algunas variables.

La altura se midió dos veces, la primera a dos o tres días antes de la inoculación y la segunda inmediatamente antes de arrancar las plantas. Esta medición se hizo desde la base del tallo hasta el extremo superior del mismo.

Para evaluar el tamaño de agallas, se procedió a establecer una escala de tamaño de agallas. Para ello, se usó una muestra muy infestada, sacada del campo. Se tomaron 100 agallas, se midió su diámetro con un vernier y con base en los resultados, se estableció la escala siguiente.

Cuadro 2. Escala de tamaño de agallas

Diámetro (mm)	Clasificación relativa	Tipo de tamaño
0,5-1,4	Agallas pequeñas	A
1,5-2,4	" " a medianas	B
2,5-3,6	" medianas	C
3,7-5,0	" grandes	D

\* Nombre comercial de un fertilizante foliar

El porcentaje estimado de raíces agalladas se expresó en porcentaje del sistema radical.

El grado de infestación se obtuvo del número de agallas.

Para evaluar la biomasa, se separaron las plantas en sus diferentes partes: raíz, tallo, hojas. Posteriormente, se sometieron al secado hasta un peso constante, lo que se logró en un horno después de 72 horas a una temperatura de 70°C. La pesada se realizó en una balanza analítica.

Se inocularon plantas de café, con el objeto de observar la evolución de la sintomatología causada por *M. exigua*, en la parte aérea durante los primeros seis meses de desarrollo.

Con el objeto de estudiar la posibilidad de multiplicar el inóculo en especies de otro género, de crecimiento más rápido, se inocularon plantas de tomate cv Rutgers, de frijol cv Turrialba, 4, de chile cv California Wonder y de sandía cv Charleston Gray. La evaluación se realizó dos meses después de la inoculación.

Por medio del estereomicroscopio, se hicieron varias pruebas para determinar el plazo máximo en el cual los nemátodos conservan su potencial de movilidad o vitalidad. Con base en eso, se puede anotar que las raíces sacadas del campo deben usarse a más tardar tres días después del muestreo.

#### 4. RESULTADOS

Determinación del tipo de sustrato, la fuente, los niveles de inóculo y el período mínimo para hacer la evaluación.

Los resultados de las evaluaciones de este ensayo se informan en el Cuadro 3, y el análisis de variancia se presente en el Cuadro 4.

En la evaluación a los 45 días después de la inoculación, se encontró el mayor número de agallas usando 15000 huevos que presentó 22 agallas en el sustrato arena + suelo. Para este mismo sustrato, la suspensión de larvas provenientes de 30g de raíces dió 11 agallas, mientras que los números más bajos fueron producidos por las suspensiones de larvas provenientes de 10, 20g de raíces y 25000 huevos con 3 agallas y la suspensión de 5300 huevos con 2 agallas.

Para el sustrato arena, los tratamientos que dieron los números más elevados de agallas fueron los de 5000 y 25000 huevos con 11 agallas cada uno, seguidos de 15000 huevos con 9 agallas. Los números más bajos de agallas, los produjeron las suspensiones de 10 y 30 g de raíces con 1 y 2 agallas respectivamente.

El análisis de variancia respectivo de esta evaluación mostró un efecto diferencial significativo de las repeticiones y de la interacción sustratos x inóculos. El efecto diferencial significativo de las repeticiones se debe posiblemente a variaciones ambientales causadas por la ubicación de las repeticiones en el invernadero que influyeron en la formación de agallas. La significancia de la interacción sustratos x inóculos indicaría que los sustratos probados contribuyeron diferencialmente en la formación de agallas como efectos del inóculo.

En la evaluación a los 75 días después de la inoculación se encontró que para el sustrato arena + suelo, los tratamientos que dieron los números más elevados de agallas fueron las suspensiones de larvas provenientes de 20, 10 y 30g de raíces con 14, 9 y 9 agallas respectivamente.

Para el sustrato arena, el tratamiento más destacado fue el de suspensión de larvas provenientes de 30g de raíces con 25 agallas. Los demás tratamientos los siguieron en segundo pleno con 14 agallas para 25000 huevos, 11 agallas para 10, y 20 g de raíces, y 10 para 5000 y 15000 huevos.

Cuadro 3. Número de agallas en plántulas de Coffea arabica cv Catuai T 5267 inoculadas con tres niveles de suspensiones de larvas y de huevos de Meloidogyne exigua en evaluaciones realizadas a los 45 y 75 días después de la inoculación.

Tratamiento	Sustrato			
	Arena		Arena + Suelo	
	Evaluación		Evaluación	
	45 días	75 días	45 días	75 días
Larvas provenientes de:				
10 g de raíces	2*	11	3	9
20 g de raíces	5	11	3	14
30 g de "	1	25	11	9
5000 huevos	11	10	2	2
15000 "	9	10	22	3
25000 "	11	14	3	2
Testigo	0	0	0	0

\* Cada valor representa el número total de agallas encontradas en las tres repeticiones.

Cuadro 4. Cuadrados medios de números de agallas obtenidas a los 45 y 75 días después de la inoculación en plántulas de Coffea arabica cv Catuai T 5267 inoculadas con tres niveles de suspensiones de larvas y de huevos de Meloidogyne exigua.

Fuentes de variación	Gl	Cuadrados medios	
		Evaluación a los:	
		45 días	75 días
Repeticiones	2	5,40*	0,80
Sustratos	1	0,18	10,28**
Repeticiones x sustratos	2	3,24	0,19
Inóculos	6	2,04	5,30*
Sustratos x inóculos	6	4,08*	1,35
Error	24	1,34	1,57
C.V. (%)		35,96	46,51

\* Significativo al 5%

\*\* Significativo al 1%

El análisis de variancia señaló a los sustratos e inóculos como **las** fuentes de variación con un efecto diferencial altamente significativo y significativo respectivamente. La significancia de **los** efectos diferenciales de los sustratos infiere que **la** arena pura y la mezcla + suelo facilitaron en diferente grado, una de otra, la infección causada por **los** nemátodos. Similarmente, las dos fuentes de inóculo, suspensiones de larvas y suspensiones de huevos, contribuyeron a través de **los** niveles aplicados a la infestación de **las** raíces por **los** nemátodos de manera diferencial.

En el Cuadro 5. se presenta el número promedio de agallas producidas por cada sustrato, a **los** 45 y 75 días después de la inoculación fué mayor en el sustrato arena + suelo, lo contrario ocurrió a **los** 75 días en donde el sustrato arena mostró el mayor número.

En el Cuadro 6. muestra los valores promedios de **los** diferentes tratamientos a **los** 45 y 75 días después de la inoculación, **No** se presentaron diferencias estadísticas entre tratamientos a **los** 45 días, a **los** 75 días hubo diferencias significativas únicamente entre **los** tratamientos de larvas provenientes de 20g de raíces y la suspensión de 15000 huevos.

**Determinación** del efecto de una dosis única o fraccionada de **los** niveles de inóculo sobre el grado de infestación.

Los resultados promedios de este ensayo se muestran en el Cuadro 7. y los análisis de variancia en los Cuadros 8 y 9. respectivamente.

Para la inoculación en dosis única, los tratamientos que produjeron los números más elevados de agallas fueron las suspensiones de 15000 huevos con 93 agallas, las suspensiones de larvas provenientes de 10 y 30g de raíces con 83 y 81 agallas respectivamente. Las suspensiones de 5000, 25000 huevos y larvas provenientes de 20g de raíces dieron 71, 65 y 56 agallas respectivamente.

Para la inoculación en dosis fraccionada, los tratamientos que produjeron los números de agallas más elevados fueron **las** suspensiones de larvas provenientes de 30 y 10g de raíces con respectivamente 37 y 45 agallas. Las suspensiones de 5000 y 25000 huevos dieron 69 y 84 agallas respectivamente.

Cuadro 5. Promedio\* de número de agallas en plántulas de *Coffea arabica* cv Catuai T 5267 inoculadas con tres niveles de suspensiones de larvas y de huevos de *Meloidogyne exigua* usando arena y arena + suelos como sustratos de crecimiento para las plántulas.

Sustrato	Número promedio		Total
	Evaluación a los :		
	45 días	75 días	
Arena	2,00**	3,19	5,19
Arena + Suelo	2,14	2,20	4,39

\* Promedio de tres repeticiones

\*\* Los datos originales fueron transformados a  $Y = \sqrt{X + 1}$

Cuadro 6. Promedio\* de número de agallas en plántulas de *Coffea arabica* cv Catuai T 5257 inoculadas con tres niveles de suspensiones de larvas y de huevos de *Meloidogyne exigua* en evaluaciones realizadas a los 45 y 75 días después de la inoculación.

Tratamiento	Evaluación a los:	
	45 días	75 días
Larvas provenientes de:		
10 g de raíces	1,71**a***	3,42 ab
20 g " "	2,03 a	3,92 a
30 g " "	2,10 z	3,93 a
<hr/>		
5000 huevos	2,37 a	2,40 ab
15000 "	2,73 a	2,30 b
25000 "	2,56 a	2,73 ab
DMS	1,34	1,57

\* Promedios de tres repeticiones.

\*\* Los valores originales fueron transformados a  $Y = \sqrt{X + 1}$

\*\*\* Los promedios de una misma columna seguidos por una misma letra son estadísticamente iguales de acuerdo a la Prueba de Duncan (P= 0.05).

Cuadro 7. Número\* de agallas, porcentaje estimado de raíces agalladas, grado de infestación y tamaño de agallas (A-D) en plántulas de *Coffea arabica* cv Catuai T 5267 Inoculadas con tres niveles de suspensiones huevos y de larvas de *Meloidogyne* aplicadas en dosis única y fraccionada en un 65% y 35 % (1).

Tratamiento	Número de agallas			Porcentaje estimado de raíces agalladas		Grado de infestación *h		Tamaño de agallas (%) A 3 C D ***			
	Dosis			Dosis		Dosis		Dosis			
	Única	Fracc.	Total	Única	Fracc.	Única	Fracc.	Única/ Fracc.			
5000 huevos	71	69	140	54	30	2,87	2,87	61/61	33/31	4/6.	2/2
15000 "	93	84	177	55	69	3,25	3,12	47/45	42/42	8/9	3/4
25030 "	65	101	166	37	77	2,50	3,37	49/47	42/44	7/7	2/2
Larvas provenientes de:											
10g de raíces	83	45	128	54	37	3,12	2,33	49/49	40/41	9/4	2/6
20g " "	55	117	173	39	87	2,25	3,88	66/53	27/41	7/4	0/2
30g " "	81	37	118	61	24	3,00	1,62	46/60	41/29	8/4	5/7

\* Promedio de cuatro repeticiones.

\*\* Establecido a partir del número de agallas.

\*\*\* A= Agallas de tamaño 0,5-1, 4mm; B de 1,5-2, 4; C de 2,5-3, 6 y D de 3.7-5.0

(1): el 35% de In dosis se aplico 30 días después de la aplicación del 65%.

De acuerdo a la sumatoria indicada en el Cuadro 7. los tratamientos que produjeron los números de agallas más elevados son suspensiones de 15000 huevos con 177 agallas, de larvas provenientes de 20g de raíces con 173 agallas y 25000 huevos con 166 agallas. Las suspensiones de 5000 huevos y larvas provenientes de 10g de raíces siguieron en un plan: intermediario con 140 y 128 agallas respectivamente. El número más bajo de agallas lo produjo la suspensión de larvas provenientes de 30g de raíces con 118 agallas.

Respecto del porcentaje estimado de raíces agalladas, se encontró que el tratamiento de 5000 huevos produjo un mayor promedio en dosis única, ocurriendo lo contrario con los de 15000 y 25000 huevos. En el caso de los tratamientos con larvas provenientes de 10 y 30g de raíces, se presentó un mayor porcentaje en dosis única, lo contrario ocurrió con el tratamiento de larvas provenientes de 20g de raíces.

Comentario similar al del párrafo anterior acerca del porcentaje estimado de raíces agalladas es válido acerca del grado de infestación.

Para la variable tamaño de agallas se observó en general que tanto en dosis única como fraccionada, los porcentajes de cada tamaño fueron similares. Los tamaños que ocurrieron con mayor frecuencia fueron los de 0,5 a 1,4mm de diámetro. La frecuencia de los tamaños mayores fue siempre inferior al 10%.

El análisis de variancia para los parámetros evaluados en este ensayo, (Cuadro 8.), indicó un efecto diferencial altamente significativo de los tratamientos. Esto significa que las variaciones observadas entre números de agallas, porcentajes estimados de raíces agalladas y grados de infestación se deben principalmente al efecto del inóculo.

El análisis de tratamientos, (Cuadro 9.) descompuso los tratamientos como fuentes de variación en sus diferentes componentes e interacciones de los mismos. Para los parámetros de agallas, este análisis no reveló efecto diferencial significativo de las diferentes fuentes de variación con la excepción de la interacción niveles de inóculo x forma de inocular en el caso del porcentaje estimado de raíces agalladas. Esto significa que las fuentes de inóculo, suspensiones de larvas y suspensiones de huevos, como los diferentes niveles en los cuales se aplicaron y la forma de aplicarlos en dosis única o fraccionada no influyeron con diferentes significativa en la formación de agallas y por consiguiente en el grado de infestación.

Cuadro 8. Cuadrados medios de número (1) de agallas, porcentaje estimado de raíces agalladas y grado de infestación en plántulas de Coffea arabica cv Catuai T 5257 inoculadas con tres niveles de suspensiones de huevos y de larvas de Meloidogyne exigua aplicadas en dosis única y fraccionada en un 65% y 35% (2).

Fuentes de variación	Gl	Cuadrados medios		
		Número de agallas	Porcentaje estimado de raíces agalladas	Grado de infestación
Repeticiones	3	0,95	149,66	0,39
Tratamientos	12	24,21**	2164,02**	4,02**
Error	36	2,87	512,44	0,59
C.V. (%)		21,40	46,65	29,50

\*\* Significativo al 1%

(1) Los valores originales de número de agallas fueron transformados a  $Y = \sqrt{X + 1}$ .

(2) El 35 % de la dosis se aplicó 30 días después de la aplicación del 65%.

Cuadro 9. Cuadrados medios según diseño factorial de número (1) de agallas porcentaje estimado de raíces agalladas y grado de infestación en plántulas de Coffea arabica cv Catuai T 5267 inoculadas con tres niveles de suspensiones de huevos y de larvas de Meloidogyne exigua aplicados en dosis única y fraccionada en un 65% y 35%(2).

Fuentes de variación	Gl	Cuadrados medios		
		Número de agallas	Porcentaje estimado de raíces agalladas	Grado de infestación
Repeticiones	3	1,03	162,13	0,42
Fuentes de inóculo	1	3,08	1,76	1,05
Niveles de inóculo	2	6,88	1242,60	1,46
Forma de inocular **	1	0,03	267,27	0,10
Fuentes de inóculo x forma de inocular	1	0,40	40,91	1,80
Fuentes de inóculo x niveles de inóculo	2	0,32	134,87	0,08
Niveles de inóculo x forma de inocular	2	7,58	2437,53*	0,28
Error	2	4,40	752,32	0,91
C.V. (%)	35	24,63	52,18	34,18

\* Significativo al 5%

\*\* Forma de inocular se relaciona la aplicación en dosis única o fraccionada de los niveles de inóculo.

(1) Los valores originales de número de agallas fueron transformados a  $Y = \sqrt{X + 1}$ .

(2) El 35% de la dosis se aplicó 30 días después de la aplicación del 65 %.

El análisis del Cuadro 10. muestra que la diferencia entre el número promedio de agallas producidas por las diferentes fuentes y niveles de inóculo aplicados en dosis única o fraccionada fué muy pequeña.

En el Cuadro 11. se presentan los promedios de las variables número de agallas, porcentaje estimado de raíces agalladas y grado de infestación. No se encontraron diferencias significativas para los tratamientos con suspensiones de huevos en ninguna de las variables; en cuanto a los tratamientos con larvas provenientes de raíces infestadas, se obtuvieron diferencias estadísticas únicamente entre larvas provenientes de 20 y 30g de raíces aplicadas en forma fraccionada para porcentaje de raíces agalladas. Para el grado de infestación, la diferencia significativa ocurrió a favor del tratamiento de larvas provenientes de 20g de raíces con respecto a los de 10 y 30g de raíces.

**Determinación de la relación entre el grado de infestación y las variables de crecimiento.**

Los resultados promedios de este experimento se informan en los Cuadros 12 a 17. Los valores promedios por tratamiento se muestran en los Cuadros 19. a 24. Los análisis de variancia respectivos de cada cultivar se reportan en los Cuadros 1A a 12A\* y las matrices de correlación entre el grado de infestación y las variables de crecimiento se encuentran en los Cuadros 13A y 18A.

En cuanto al número de agallas, porcentaje estimado de raíces agalladas y grado de infestación, se anotó que en todos los cultivares, los tratamientos que produjeron los valores más altos son los de suspensiones de larvas provenientes de 22, 19 y 16g de raíces. No hubo diferencia significativa entre ellos, sin embargo la ventaja demostrada por la suspensión de 22g de raíces es notoria. La suspensión de raíces trituradas de 13g dió también resultados más marcados que los otros tratamientos de la misma fuente, produciendo los de 18 y 23g los promedios más bajos.

Respecto al número de agallas, el análisis de variancia detectó un efecto diferencial altamente significativo de los tratamientos en Caturra T 5267, Caturra T 2308, Robusta T 3483, Liberica T 1124 y significativo en los híbridos de Caturra. En el caso particular de los híbridos, esto indica que podría existir una

\* La letra indica que el Cuadro mencionado se encuentra en el apéndice.

Cuadro 10. Promedio de número de agallas en plántulas de *Coffea arabica* cv Catuai T 5257 inoculadas con tres niveles de suspensiones de huevos y de larvas de *Meloidogyne exigua* aplicadas en dosis única y fraccionada en un 65% y 35% (1).

Tratamiento	Número de Agallas*
Larvas	8,25
Huevos	8,75
Dosis única	8,52
" Fraccionada	8,46
5000 huevos	8,45
15000 "	9,34
25000 "	8,43
Larvas provenientes de:	
10 g de raíces	7,90
20 g de raíces	9,18
30 g " "	7,75
Huevos en dosis única	8,67
" " " fraccionada	8,84
Larvas en dosis única	8,68
" " " fraccionada	8,14

(1) El 352 de la dosis se aplicó a los 30 días después de la aplicación del 65%

\* Promedios de cuatro repeticiones. Los valores originales fueron transformados a  $Y = \sqrt{X + 1}$

Cuadro 11. Clasificación de promedio\* de número de agallas porcentaje estimado de raíces agalladas y grado de infestación en plántulas de *Coffea arabica* cv Catuai T 5267 inoculadas con tres niveles de suspensiones de huevos y de larvas de *Meloidogyne exigua*, aplicadas en dosis única y fraccionada en un 65% y 35%

Tratamiento	Número de agallas**		Porcentaje estimado de raíces agalladas		Grado de infestación	
	Dosis		Dosis		Dosis	
	Unica	Fracc.	Unica	Fracc.	Unica	Fracc.
5000 huevos	8,54 ab	8,32 ab	53,75 ab	37,50 ab	2,87 ab	2,87 ab
15000 "	9,57 ab	9,10 ab	55,00 ab	68,75 a	3,37 ab	3,12 ab
25000 "	7,88 ab	9,90 ab	35,00 ab	77,50 a	2,50 ab	3,25 ab
Larvas provenientes de:						
10 g de raíces	6,71 ab	8,32 ab	55,00 ab	37,50 ab	3,12 ab	1,75 bc
20 g de "	7,52 ab	10,84 a	38,75 ab	87,00 a	2,25 ab	3,87 a
30 g " "	8,57 ab	5,87 ab	61,25 a	23,75 b	3,00 ab	1,62 bc
DMS	4,24			56,70		1,93

\* Promedios de cuatro repeticiones. Promedios en una columna seguidos por una misma letra son estadísticamente iguales de acuerdo a la Prueba de Tukey al 5%.

\*\* Los valores originales de números de agallas fueron transformados a  $Y = \sqrt{X + 1}$

(1) El 35% de la dosis se aplicó a los 30 días después de la aplicación del 65%.

homogeneidad de respuesta al inóculo de líneas aparentadas, probablemente por causa de la muy estrecha similitud del patrimonio genético de ellas.

En cuanto al porcentaje estimado de raíces agalladas, el efecto diferencial de los tratamientos fue altamente significativo en Caturra T 5267, Caturra T 2308, Catimor T 5159, Robusta L' 3483, significativo en Catimor T 8603 y no significativo en Liberica T 1124.

Respecto al tamaño de agalla, se observó en todos los materiales evaluados que las agallas de menor tamaño se presentaron en porcentaje mayor. En Robusta particularmente sólo ocurrieron las de diámetro menor. Esto se discutirá posteriormente,

Para el grado de infestación, el efecto altamente significativo se presentó en todos los materiales excepto en Catimor T 5159 en el cual fué significativo.

Respecto de la altura, no se observó diferencia significativa entre las medidas de tratamiento.

En ninguna de las variables de biomasa evaluadas, se evidenció diferencia estadística entre las medidas de tratamientos. En Caturra T 2308, hubo efecto significativo sobre la producción de biomasa seca total, la de raíz, del tallo y del follaje; en Catimor T 5159, lo fué para la biomasa seca de la raíz.

De lo anterior, se pudo anotar que tanto las fuentes de inóculo, suspensiones de larvas y suspensiones de raíces trituradas, como los diferentes niveles en los cuales se aplicaron, indujeron en grado diferente la formación de agallas en las raíces de los materiales utilizados.

Respecto a la multiplicación del nemátodo, la reacción a la inoculación permitió listar de mayor a menor infestación chile, sandía, frijol y tomate. Así en vez de usar el cafeto para multiplicar el nemátodo, se puede usar los cultivos chile cv California Wonder y sandía cv Charleston Gray por tener mayor sistema radical en edad temprana y poder producir más inóculos en un tiempo más corto, dos a tres meses.

Cuadro 12. Promedio de número de agallas, porcentaje estimado de raíces agalladas, grado de infestación, tamaño de agallas (A-D), diferencia de altura (cm) y biomasa seca (mg) de plántulas de *Coffea arabica* cv Catuaí T 5267, inoculadas con cuatro niveles de suspensiones de larvas y de raíces trituradas infestadas por *Meloidogyne exigua*.

Tratamiento	Número de agallas	Porcentaje estimado de raíces agalladas	Grado de infestación	Tamaño de Agallas %				Diferencia de altura cm	Biomasa seca (mg)**						
				A	B	C	D		Total mg	Raíz mg	Tallo mg	Follaje mg	Parte aérea mg	Raíz Parte aérea %	Pérdida total *** %
Larvas provenientes de															
16g raíces	62	60	2,50	61	31	8	0	1,35	515	88	94	334	427	20,53	12,42
19g "	74	69	3,12	57	24	13	6	2,25	546	98	97	351	448	21,89	7,47
22g "	82	82	3,37	68	20	10	2	1,25	458	54	84	324	404	13,43	16,15
25g "	47	41	1,87	69	20	0	2	1,00	450		70	322	391	14,92	25,28
Raíces trituradas:															
8g	41	22	1,50	74	15	10	1	0,95	472	81	74	317	391	20,60	19,48
13g	57	57	2,62	60	30	7	3	1,43	644	116	112	416	528	21,94	+17,11
18g	42	31	1,62	75	15	6	4	1,62	543	70	93	380	473	14,89	7,46
23g	37	25	1,50	82	12	2	4	1,55	473	65	85	324	408	15,82	20,70
Testigo	0	0	0,00	0	0	0	0	1,33	619	125	105	389	494	25,30	0,00

\* Promedios de cuatro repeticiones.

\*\* Los datos de biomasa fueron redondeados.

\*\*\* En relación con el testigo. El signo + de esta columna indica un aumento de peso respecto al mismo.

Cuadro 13. Promedio\* de número de agallas, porcentaje de agallas (A-D), diferencia de altura (cm) y biomasa seca (mg) de plántulas de *Coffea arabica* cv. Caturra T.2308 inoculadas con cuatro niveles de suspensiones de larvas y de raíces triturados infestados por *Meloidogyne* —, —

Tratamiento	Número de agallas	Porcentaje estimado de raíces agalladas	Grado de infestación	Tamano de agallas				Diferencia de altura cm	Biomasa seca (mg)**						
				A	B	C	D		Total	Raíz	Tallo	Folla-je	Parte aérea	Raíz parte	Pérdida Total***
Larvas provenientes de:															
16g raíces	65	71	2,75	72	22	6	0	1,45	406	62	64	279	344	18,15	24,92
19g "	80	79	3,25	70	19	10	1	1,25	421	63	65	293	358	17,69	29,92
22g "	80	EO	3,25	65	20	14	1	1,55	455	65	67	323	390	16,55	32,55
25g "	43	42	2,00	76	12	10	2	1,60	295	63	72	296	332	18,96	34,23
Raíces triturados:															
8g	44	34	1,50	70	21	9	0	2,25	521	79	75	366	442	17,80	14,41
13g	54	51	2,25	74	15	6	5	1,72	490	75	70	345	416	17,90	18,54
18g	32	1b	1,50	92	7	1	0	1,90	469	70	67	331	399	17,62	24,65
23g	32	24	1,37	72	21	6	1	1,78	564	106	92	366	458	23,27	8,11
Testigo	0	0	0,00	0	0	0	0	1,97	602	109	121	372	493	22,10	0,00

\* Promedios de cuatro repeticiones.

\*\* Los datos de biomasa fueron redondeados.

\*\*\* En relación con el testigo.

Cuadro 14. Promedio\* de número de agallas, porcentaje estimado de raíces agalladas, grado de infestación, tamaño de agallas (A-0), diferencia de altura (cm) y biomasa seca (mg) de plántulas de un híbrido de *Coffea arabica* X *Coffea canephora*, Catimor T 5159, inoculada con cuatro niveles de suspensiones de larvas y de raíces trituradas infestadas por *Meloidogyne exigua*.

Tratamiento	Número agallas	Porcentaje estimado de raíces agalladas X	Grado de infestación	Tamaño de agallas X				Diferencia de cm	Biomasa seca (mg)							
				A	B	C	D		Total	Raíz	Tallo	Follaje	Parte aérea	Raíz parte aérea %	Pérdida Total *** %	
Larvas provenientes de:																
16g de raíces	53	54	2,25	64	21	12	3	1,65	514	101	96	316	413	24,59	16,46	
19g " "	58	59	2,37	64	22	10	4	1,22	396	58	64	273	338	17,32	35,21	
22g " "	67	51	3,00	62	20	12	6	1,45	488	93	80	314	394	24,66	20,11	
25g " "	42	35	2,12	76	16	8	0	1,70	640	127	105	407	512	25,83	22,52	
Raíces trituradas:																
8g	36	24	1,50	90	7	3	0	1,55	502	70	92	401	492	14,10	9,07	
13g	56	45	2,25	59	26	10	5	1,30	393	48	68	277	345	14,90	35,44	
18g	41	27	1,87	86	10	1	3	1,25	431	71	75	285	360	19,83	30,22	
23g	30	19	1,37	90	7	2	1	1,61	551	89	87	375	462	19,23	9,61	
Testigo	0	0	0,00	0	0	0	0	1,75	619	133	116	369	486	27,37	0,00	

\* Promedios de cuatro repeticiones.

\*\* Las datos de biomasa fueron redondeados.

\*\*\* En relación con el testigo.

Cuadro 15. promedio\* de número de agallas, porcentaje estimado de raíces agalladas, grado de infestación, tamaño de agallas (A-D), diferencia de altura (cm) y biomasa seca (mg) de plántulas de un híbrido de *Coffea arabica* x *Coffea canephora*, Catimor T 6663, inoculadas con cuatro niveles de suspensiones de larvas y de raíces trituradas infestadas por *Meloidogyne exigua*.

Tratamiento	Número de agallas	Porcentaje estimado do raíces agalladas	Grado de infestación	Tamaño de Agallas (%)				Diferencia de altura cm	Biomasa seca (mg)**						
				A	B	C	D		Total	Raíz	Tallo	Folla-je	Parte aérea	Pérdida	
														Raíz Parte aérea %	*** Total %
Larvas provenientes de:															
16g rakes	44	27	1,87	53	37	7	3	1,63	545	106	95	344	440	24,01	10,64
19g "	71	62	3,12	69	17	9	5	1,30	525	83	90	352	442	18,76	13,93
22g "	64	54	2,75	66	21	10	3	1,75	493	80	89	326	413	19,44	13,81
25g "	44	31	1,50	65	26	7	2	1,45	464	87	75	302	377	23,04	26,55
Raíces trituradas:															
8g	36	21	1,50	90	5	2	3	1,75	563	101	91	371	461	21,99	8,21
13g	60	51	2,75	62	20	14	4	1,78	562	87	94	400	494	17,63	4,61
18g	30	22	1,50	90	4	4	2	1,67	610	106	103	401	504	21,44	5,44
23g	31	19	1,37	100	0	0	0	1,77	564	92	102	370	472	19,54	6,57
Testigo	0	0	0,00	0	0	0	0	1,55	617	100	116	400	516	19,47	0,00

\* Promedios de cuatro repeticiones.

\*\* Los datos de biomasa fueron redondeados.

\*\*\* En relación con el testigo.

Cuadro 16. Promedio\* de número de agallas, porcentaje estimado de raíces agalladas, grado de infestación, tamaño de agallas (A-D), diferencia de altura (cm) y biomasa seca (mg) de plántulas de *Coffea canephora* cv Robusta T 3483, inoculadas con cuatro niveles de suspensiones de larvas y de raíces trituradas infestadas por *Meloidogyne exigua*.

Tratamiento	Número de agallas	Porcentaje estimado de de raíces agalladas	Grado de infestación	Tamaño de agallas X				Diferencia de altura cm	(mg)**				Pérdida***		
				A	B	C	D		Total	Raíz	Tallo	Folla-	Parte aérea	Raíz parte aérea %	Total %
Larvas provenientes de:															
16g raíces	34	22	1,50	100	0	0	0	1,42	547	75	98	375	472	15,89	17,71
19g "	36	25	1,50	100	0	0	0	1,92	580	91	97	393	490	18,58	12,82
22g "	38	26	1,50	100	0	0	0	1,73	529	74	94	360	450	16,40	16,90
25g "	27	17	1,10	100	0	0	0	1,55	604	96	113	395	503	18,94	6,70
Raíces trituradas:															
8g	15	4	1,10	100	0	0	0	1,55	549	74	99	375	474	15,55	15,78
13g	30	16	1,50	100	0			1,92	585	84	109	392	501	16,70	14,49
18g	24	9	1,37	100	0			1,83	593	105	113	421	534	19,57	+ 9,17
23g	17	6	1,10	100	0			1,52	510	67	93	349	442	15,23	21,57
Testigo	0	0	0,00	0	0			1,88	648	111	128	409	537	20,70	0,00

\* Promedios de cuatro repeticiones.

\*\* Los datos de biomasa fueron deseados.

\*\*\* En relación con el testigo (ligno + índice) peso.

Cuadro li. Promedio\* de número de agallas, porcentaje estimado de raíces agalladas, grado de infestación, tamaño de agallas (A-D), diferencia de altura (cm) y biomasa seca (mg) de plántulas de *Coffea liberica* cv *Liberica T 1124* inoculadas con cuatro niveles de suspensiones de larvas y de raíces trituradas infestadas por *Meloidogyne exigua*.

Tratamiento	Número de agallas	Porcentaje estimado de raíces agalladas	Grado de infestación	Tamaño de agallas %				Diferencia de altura cm	Biomasa seca (mg)**							
				A	B	C	D		Total	Raiz	Tallo	Folleaje	Parte aérea %	Raíz parte	Pérdida*** Total %	
<b>Larvas provenientes de:</b>																
16g raíces	52	46	2,37	85	11	2	2	1,55	551	101	103	347	150	22,36	16,37	
19g "	58	60	2,62	76	19	5	0	1,65	624	113	117	393	511	22,20	5,76	
22g "	54	51	2,55	80	16	6	4	1,35	587	96	110	381	491	19,57	11,37	
25g "	47	25	1,50	71	19	9	1	1,80	656	118	110	427	538	21,92	0,95	
<b>Raíces trituradas:</b>																
8g	38	26	1,50	85	14	1	0	1,45	568	78	103	387	490	15,98	14,40	
13g	47	40	2,12	79	17	2	2	1,58	615	96	129	390	519	18,51	6,67	
18g	29	14	1,50	85	9	6	0	1,27	606	95	114	396	511	18,60	8,69	
23g	30	27	1,62	87	10	1	2	1,77	625	108	282	236	518	20,92	2,47	
Testigo	0	0	0,00	0	0	0	0	1,86	662	127	133	402	535	23,68	0,00	

\* Promedios de cuatro repeticiones.

\*\* En relación con el testigo.

\*\*\* Los datos de biomasa fueron redondeados.

**Cuadro 18.** Promedio\* de número da agallas, porcentaje estimado de raíces agalladas, grado de infestación, tamaño de agallas (A-D), diferencia de altura (cm) y biomass seca (mg) en los cultivares Catuai T 5261, Caturra T2308, Catimor T 5159, Catimor T 8653, Robusta T 3483 y Liberica T 1124 inoculados con cuatro niveles de suspensiones de lanas y de raíces trituradas infestadas por Meloidogyne exigua.

Cultivar	Número do aga- llas	Porcentaje estimado de raíces de raíces agalladas	Grado de de infes- ción	Tamaño de Agallas				Diferen- cia de altura  cm	Biomasa seca (mg)**							
				X	A	B	C		D	Total	Raíz	Tallo	Follla- je	Parte aérea	Raíz	Pérdida***
															Parte	Total
Catuai 5 5267	57	50	2,26	66	21	8	3	1,41	524	84	90	350	440	19,04	11,06	
Caturra T 2308	54	50	2,23	74	17	8	1	1,60	480	77	77	326	403	19,06	19,93	
Catimor T 5159	48	42	2,09	74	16	7	3	1,50	477	88	87	302	389	22,60	19,85	
Catimor T 6463	47	36	2,05	74	16	7	3	1,64	518	94	95	329	424	22,09	19,85	
Robusta T 3403	21	16	1,36	100	0	0	0	1,70	584	86	104	385	499	20,94	10,79	
Liberica T 1124	45	35	1,78	81	14	4	5	1,59	576	104	134	339	472	21,95	7,41	

\* Promedios de cuatro repeticiones y de todos los niveles de las suspensiones de larvas y de raíces trituradas.

\*\* Los datos de biomasa fueron redondeados.

\*\*\* En relación con el testigo.

Cuadro 19. Clasificación del promedio\* de número de agallas, porcentaje estimado de raíces agalladas, grado de infestación, diferencia de altura (cm) y biomasa seca (mg) en plántulas de *Coffea arabica* cv Catuaí T 5267, inoculadas con cuatro niveles de suspensiones de larvas y de raíces trituradas infestadas por *Meloidogyne exigua*.

Tratamiento	Número de agallas**	Porcenta- je estima- do de raf- ces agalla- das**	Grado de infestación	Diferencia de altura cm	Biomasa (mg)						
					Total	Raíz	Tallo	Follaje	Parte aérea	Raíz Parte aérea	Pérdida*** Total
Larvas prove- nientes de:											
16g raíces	7,83 abc****	7.40 ab	2,50 ab	1.62 a	515 a	88 a	93 a	333 a	.426 a	20.48 a	12,17 a
19g "	8,59 ab	8.22 ab	3.12 ab	1,30 a	545 a	98 a	96 a	351 a	447 a	22,43 a	7,47 a
22g "	9,09 a	9,09 a	3.37 a	1,75 a	458 a	54 a	83 a	309 a	392 a	13.98 a	22.95 a
25g "	6,80 abc	6,12 ab	1.87 b	1,45 a	449 a	58 a	69 a	322 a	391 a	15,18 a	+15,37 a
Raíces tritu- radas de:											
8g	6,40 bc	5,59 b	1,50 b	1,65 a	472 a	81 a	74 a	317 a	391 a	20.81 a	19.48 a
13g	7.56 abc	7,55 ab	2.52 ab	1,77 a,	644 a	116 a	112 a	416 a	528 a	20,97 a	25.28 a
18g	6,37 c	5,63 b	1,62 b	1,65 a	543 a	69 a	93 a	380 a	474 a	14,90 a	7,46 a
23g	6,06 c	4,98 b	1.50 b	1,77 a	473 a	64 a	84 a	324 a	408 a	18,63 a	20.07 a
Testigo				1,50 a	610 a	125 a	104 a	389 a	494 a	23.89 a	0,00 a
DMS	1,98	3.42	1,17	1,03	367	110	58	232	279	16,62	62,18

\* Promedio de cuatro repeticiones.

\*\* Los valores originales de número de agallas y porcentaje estimado de raíces agalladas fueron transformados a  $Y = \sqrt{X+1}$  e  $Y = \arcsin \sqrt{X}$  respectivamente.

\*\*\* En relación con el testigo, el signo (+) de esta columna indica un aumento de peso en relación con el mismo.

\*\*\*\* En una columna, los promedios seguidos por una misma letra son estadísticamente iguales de acuerdo a la Prueba de Tukey (P=0.05)

Cuadro 20. Clasificación del promedio\* de número de agallas, porcentaje estimado de raíces agalladas, grado de infestación, diferencia de altura (cm) y biomasa seca (mg) en plántulas de *Coffea arabica* cv Caturra T 2338 inoculadas con cuatro niveles de suspensiones de larvas y de raíces trituradas infestadas por *Meloidogyne exigua*.

Tratamiento	Número de agallas**	Porcentaje estimado de raíces agalladas**	Grado de infestación	Diferencia de altura cm	Biomasa seca (mg)							
					Total	Raíz	Tallo	Follaje	Parte aérea	Raíz		Pérdida
										Parte aérea	Total***	
Larvas provenientes de:												
16g raíces	8,00 ab****	8,40 a	2,75 ab	1,45 a	406 a	62 a	64 a	279 a	343 a	17,79 a	24,92 a	
19g "	9,00 a	8,90 a	3,25 a	1,25 a	421 a	63 a	65 a	293 a	358 a	14,71 a	29,92 a	
22g "	8,90 a	8,90 a	3,25 a	1,55 a	455 a	66 a	67 a	323 a	390 a	16,60 a	24,73 a	
25g "	6,40 bc	6,10 ab	2,00 bc	1,60 bc	394 a	62 a	72 a	260 a	332 a	17,71 a	34,11 a	
Raíces trituradas de:												
8g	6,60 bc	5,56 ab	1,50 c	1,75 c	521 a	79 a	76 a	366 a	462 a	17,52 a	14,41 a	
13g	7,30 c	7,10 abc	2,25 bc	1,67 a	490 a	76 a	70 a	344 a	414 a	17,88 a	18,54 a	
18g	5,60 c	4,60 h	1,50 c	1,90 a	469 a	70 a	67 a	331 a	398 a	17,71 a	24,92 a	
32g	5,56 c	3,90 b	1,37 c	1,77 a	564 c	106 a	92 a	361 a	453 a	23,47 a	8,11 a	
Testigo				1,97 a	602 a	109 a	121 a	372 a	493 a	22,40 a	0,00 a	
DMS	2,00	3,90	3,40	0,76	210	57	50	150	169	10,52	36,34	

\* Promedio de cuatro repeticiones.

\*\* Los valores originales de número de agallas y porcentaje estimado de raíces agalladas fueron transformados a  $Y = \sqrt{X+1}$  e  $Y = \arcsin \sqrt{\frac{X}{100}}$  respectivamente.

\*\*\* En relación con el testigo

\*\*\*\* En una columna, los promedios seguidos por una misma letra son estadísticamente iguales de acuerdo a la Prueba de Tukey (P=0.05)

Cuadro 21. Clasificación del promedio\* de número de agallas, porcentaje estimado de rakes agalladas, grado de infestación diferencia de altura (cm) y biomasa seca (mg) en plántulas de un híbrido de Coffea arabica x Coffea canephora Catinor T 5159, inoculadas con cuatro niveles de suspensiones de larvas y de raíces trituradas infestadas por Meloidogyne exigua.

Tratamiento	Número de agallas**	Porcentaje estimado de raíces agalladas**	Grado de infestación	Diferencia de altura cm	Biomasa seca (mg)						Pérdida Total ***	
					Total	Raíz	Tallo	Follaje	Parte aérea	Raíz Parte aérea		
<b>Larvas provenientes de:</b>												
15 g de raíces	7,20ab****	7,20 ab	2,25 ab	1,65 a	562 a	101 a	96 a	316 a	411 a	24,76 a	16,46 a	
19 g "	"	7,60 ab	2,37 ab	1,27 a	396 a	58 a	64 a	273 a	338 a	17,47 a	35,23 a	
22 " "	"	8,20 a	3,00 a	1,40 a	489 a	93 a	80 a	314 a	394 a	22,62 a	20,11 a	
25 " "	"	6,30 ab	2,12 ab	1,70 a	640 a	127 a	105 a	421 a	526 a	23,88 a	22,54 a	
<b>Raíces trituradas de:</b>												
8g	6,00 ab	4,70 ab	1,50 b	1,55 a	562 a	70 a	92 a	401 a	493 a	14,33 a	9,07 a	
13g	7,50 ab	6,70 a3	2,25 ab	1,30 a	233 a	48 a	68 a	277 a	345 a	13,90 a	35,44 a	
18g	6,20 ab	4,80 b	1,87 ab	1,25 a	431 a	71 a	75 a	285 a	360 a	20,21 a	30,23 a	
22g	5,30 b	4,10 b	1,37 b	1,36 a	551 a	89 a	87 a	375 a	462 a	19,29 a	9,61 a	
Testigo				1,75 a	619 a	130 a	116 a	370 a	501 a	27,40 a	0,00 a	
DMS	2,50	3.50	1,39	0,79	287	80	66	173	232	14,80	14,04	

\* Promedio de cuatro repeticiones

\*\* Los valores originales de número de agallas y porcentaje estimado de raíces agalladas fueron transformados a  $Y = \sqrt{X + 1}$  e  $Y = \arcsin \sqrt{\%}$  respectivamente

\*\*\*En relación con el testigo

\*\*\*\* En una columna, los promedios seguidos por una misma letra son estadísticamente iguales de acuerdo a la Prueba de Tukey (P= 0.05).

Cuadro 22. Clasificación del promedio\* de número de agallas, porcentaje estimado de raíces agalladas, grado de infestación, diferencia de altura (cm) y biomasa seca (mg) en plántulas de un híbrido de *Coffea arabica* x *Coffea Canephora*, Catimor T 8663, inoculadas con cuatro niveles de suspensiones de larvas y de raíces trituradas infestadas por *Meloidogyne exigua*.

Tratamientos	Número de agallas**	Porcentaje estimado de raíces agalladas**	Grado de infestación	Diferencia, de altura	Biomasa seca (mg)						
					Total	Raíz	Tallo	Follaje	Parte aérea	Raíz Parte aérea	Pérdida Total***
Larvas provenientes de:											
16 g rakes	6,60a****	6,00 a	1,87 bc	1,62 a	545 a	105 a	95 a	344 a	440 a	23,24 a	10,64 a
19 g "	8,40 a	7,99 a	3,12 a	1,30 a	525 a	83 a	90 a	351 a	442 a	18,69 a	19,68 a
22 g "	7,60 ab	6,70 a	2,75 ab	1,75 a	493 a	80 a	89 a	324 a	410 a	19,85 a	13,93 a
25 g "	6,60 ab	5,40 a	1,50 c	1,45 a	463 a	87 a	75 a	302 a	377 a	22,03 a	23,80 a
Raíces trituradas de:											
8g	6,00 ab	4,40 a	1,50 a	1,65 a	563 a	102 a	91 a	370 a	461 a	13,78 a	8,21 a
13g	7,70 ab	7,10 a	2,75 ab	1,77 a	581 a	87 a	94 a	401 a	495 a	17,85 a	4,61 a
18g	6,10 ab	4,70 a	1,50 c	1,67 a	610 a	106 a	104 a	401 a	501 a	18,37 a	1,19 a
23g	5,50 b	4,10 a	1,37 a	1,77 a	564 a	92 a	102 a	377 a	479 a	19,62 a	6,56 a
Testigo				1,55 a	617 a	100 a	116 a	366 a	482 a	20,76 a	0,00 a
DMS	2,60	2,90	1,25	0,80	225	45	56	123	215	12,76	35,23

\* Promedios de cuatro repeticiones.

\*\* Los valores originales de número de agallas y porcentaje estimado de raíces agalladas fueron transformados a  $Y = \sqrt{X + 1}$  e  $Y = \arcsin \sqrt{\%}$  respectivamente

\*\*\* En relación con el testigo

\*\*\*\* En una columna, los promedios seguidos por una misma letra son estadísticamente iguales de acuerdo a la Prueba de Tukey (P= 0.05)

Cuadro 23. Clasificación del promedio\* de número de agallas, porcentaje estimado de raíces agalladas, grado de infestación, diferencia de altura (cm) y biomasa seca (mg) en plántulas de *Coffea canephora* cv Robusta T 3483 inoculadas con cuatro niveles de suspensiones de larvas y de raíces trituradas infestadas por *Meloidogyne exigua*.

Tratamiento	Número de agallas **	Porcentaje estimado de raíces agalladas **	Grado de infestación	Diferencia de altura	Biomasa seca (mg)						
					Total	Raíz	Tallo	Follaje	Parte aérea	Raíz Parte	Pérdida total ***
Larvas provenientes de:											
16 g raíces	5,80a****	4,56 abc	1,50 a	1,42 a	546 a	75 a	98 a	375 a	471 a	15,98 a	17,71 a
19 g "	6,00 a	4,97 ab	1,50 a	1,90 a	560 a	91 a	97 a	379 a	475 a	19,69 a	12,82 a
22 g "	6,22 a	5,12 a	1,50 a	1,75 a	538 a	77 a	94 a	366 a	466 a	16,82 a	16,90 a
25 g "	4,77 ab	3,87 abc	1,25 a	1,55 a	604 a	276 a	112 a	395 a	508 a	18,85 a	6,99 a
Raíces trituradas de:											
8g	3,84 b	2,47 bc	1,25 a	1,52 a	548 a	74 a	99 a	375 a	474 a	15,24 a	15,78 a
13g	5,46 ab	3,86 abc	1,50 a	1,67 a	585 a	84 a	109 a	392 a	501 a	17,31 a	14,49 a
18g	4,93 ab	2,93 abc	1,37 a	1,80 a	693 a	105 a	113 a	475 a	588 a	16,46 a	17,11 a
23g	4,01 b	2,38 c	1,12 a	1,52 a	510 a	67 a	93 a	344 a	442 a	14,96 a	21,57 a
Testigo				1,50 a	648 a	111 a	128 a	409 a	537 a	20,61 a	0,00 a
DMS	1,70	2,57	0,42	1,06	375	289	68	240	350	7,86	60,02

\*Promedios de cuatro repeticiones

\*\* Los valores originales de número de agallas y porcentaje estimado de raíces agalladas fueron transformados a  $Y = \sqrt{X + 1}$  e  $Y = \arcsin \sqrt{\frac{\%}{100}}$  respectivamente

\*\*\*En relación con el testigo, el signo + de esta columna indica un aumento de peso respecto al mismo.

\*\*\*\*En una columna los promedios seguidos por una misma letra son estadísticamente iguales de acuerdo a la Prueba de Tukey (P= 0.05).

Cuadro 24. Clasificación del promedio\* de número de agallas, porcentaje estimado de raíces agalladas, grado de infestación, diferencia de altura (cm) y biomasa seca (mg) en plántulas de *Coffea liberica* cv *Liberica* T 1124 inoculadas con cuatro niveles de suspensiones de larvas y de raíces trituradas infestadas por *Meloidogyne exigua*.

Tratamiento	Número de agallas**	Porcentaje estimado de raíces agalladas**	Grado de infestación	Diferencia de altura cm	Biomasa seca (mg)							
					Total	Raíz	Tallo	Follaje	Parte aérea	Raíz Parte aérea	Pérdida Total***	
Larvas provenientes de:												
16 g raíces	8,08a****	7,22 a	2,37 a	1,55 a	551 a	101 a	103 a	347 a	450 a	21,88 a	16,36 a	
19 g "	8,64 a	7,77 a	2,62 a	1,65 a	624 a	113 a	121 a	411 a	532 a	21,19 a	5,76 a	
22 g "	9,30 a	8,61 a	2,75 a	1,35 a	587 a	76 a	110 a	381 a	491 a	19,58 a	11,37 a	
25 R "	7,55 a	5,23 a	1,55 a	1,80 a	655 a	118 a	110 a	427 a	538 a	22,01 a	0,95 a	
Raíces trituradas :												
8 g "	6,62 a	4,98 a	1,50 a	1,70 a	564 a	78 a	103 a	392 a	486 a	16,12 a	14,46 a	
13 g	7,59 a	6,80 a	2,12 a	1,57 a	618 a	96 a	129 a	393 a	522 a	18,38 a	6,67 a	
18 g	5,64 a	4,72 a	1,50 a	1,45 a	606 a	95 a	114 a	396 a	511 a	18,38 a	8,69 a	
23 g	5,65 a	5,14 a	1,62 a	1,77 a	645 a	108 a	127 a	409 a	536 a	19,52 a	2,47 a	
Testigo				1,86 a	662 a	127 a	133 a	427 a	538 a	23,74 e	0,00 a	
DMS	1,60	5,07	1,26	1,11	266	72	59	151	196	8,69	40,c4	

\*Promedios de cuatro repeticiones

\*\*Los valores de número de agallas y porcentaje estimado de raíces agalladas fueron transformados a  $Y = \sqrt{X + 1}$  e  $Y = \arcsin \sqrt{\%}$  respectivamente

\*\*\* En relación con el testigo

\*\*\*\*En una columna, los promedios seguidos por una misma letra son estadísticamente iguales de acuerdo a la Prueba de Tukey (P=0.05)

## 5. DISCUSION

Determinación del sustrato, la fuente, los niveles de inóculo y el período mínimo para hacer la evaluación.

El análisis del Cuadro 5 reveló que el sustrato arena muestra ventaja sobre la mezcla + suelo en cuanto a número de agallas producidas. Esta ventaja indujo la escogencia de la arena como sustrato en los otros dos ensayos.

El resultado anterior concuerda con varias observaciones realizadas por otros investigadores y favorables al uso de la arena como sustrato para realizar estudios sobre nemátodos, tanto para probar eficacia de nematocidas (7,27,45,50,61,62,63) como para evaluar resistencia de materiales (4,29,30) y movimiento de nemátodos\*\*. Este medio influencia favorablemente el grado de infestación (82); Sleete y Reynolds (75) subrayaron la posibilidad de prever el grado de infestación causado por los nemátodos *Meloidogyne* a partir del análisis físico de un suelo conteniendo arena. Por otro lado, Sasser, citado por Gundy (42) menciona que los daños en los cultivos es más acentuado en suelo arenoso que en cualquier otro tipo de suelo.

Los resultados presentados en el Cuadro 6 demuestran que, según las condiciones en las cuales se realizó el presente estudio, la evaluación del daño de los nemátodos a los 75 días es más adecuado por inducir mayor agallamiento. Esto se debe posiblemente a la reinfestación de las raíces por una segunda generación de los nemátodos cuyo ciclo, en condiciones normales, es de un mes aproximadamente.

Para el mismo intervalo de 75 días, se encontró que las suspensiones de larvas provenientes de rakes es ligeramente superior a las suspensiones de huevos. Esto se debe probablemente a que la cantidad de larvas presentes en las raíces superaba al inóculo aplicado como suspensiones de huevos.

En relación con otros trabajos (66,67), este ensayo produjo números bajos de agallas, lo que no permitió apreciar un efecto marcado de las fuentes de inóculo estudiadas y sus niveles. Dentro de las causas, se puede mencionar la competencia entre los nemátodos para entrar en las raíces como lo relataron Bonetti *et al.* (12), de manera que a partir de un cierto nivel de \*\* (47,48,49,50)

inóculo, la infestación es influenciada negativamente. Esto se asocia también a la dificultad de alimentación de los nemátodos en la raíz. Según Triantaphyllou, citado por Fassuliotis (30), en condiciones de alta población, muchas larvas de segunda fase se desarrollan en machos. Sin embargo, a partir de los resultados de este experimento, se escogió la arena pura y las suspensiones de larvas provenientes de raíces en niveles ligeramente menores y superiores a 20g de raíces para establecer el tercer experimento.

Determinación del efecto de una dosis única o fraccionada de los niveles de inóculo sobre el grado de infestación.

Según los resultados del presente estudio, se encontró que es indiferente aplicar los tratamientos en dosis única o fraccionada. Sin embargo, en el caso de la variable porcentaje estimado de raíces agalladas, hubo diferencia significativa al aplicar en dosis única con respecto al fraccionamiento del tratamiento de larvas provenientes de 30g de raíces. Este efecto se debió posiblemente a una menor cantidad de larvas presentes en las raíces utilizadas para preparar los tratamientos de la segunda aplicación de inóculo.

En cuanto a las fuentes de inóculo, suspensiones de larvas provenientes de raíces y suspensiones de huevos, no se encontró ninguna superioridad de una sobre otra, en ambas formas de inocular y en las diferentes variables. Esto da a entender que ambas fuentes podrían ser utilizadas indiferentemente dependiendo de la facilidad que se tenga para preparar la fuente escogida.

Dentro de una misma fuente de inóculo, no se evidenció ventaja al usar uno u otro tratamiento, por manifestar todos un efecto un tanto similar en las diferentes variables evaluadas. Esto permitiría reducir el nivel de inóculo en trabajos similares. Sin embargo, con base en la ligera diferencia entre ellos, se podría recomendar como nivel de inóculo la suspensión de larvas provenientes de 20g de raíces y la suspensión de 15000 huevos.

Determinación de la relación entre el grado de infestación y las variables de crecimiento.

Se había mencionado anteriormente una cierta superioridad de las suspensiones de larvas sobre las raíces trituradas.

Este comportamiento de los tratamientos con raíces trituradas podría deberse a un efecto letal de las sustancias liberadas de los tejidos vegetales sobre las larvas, al ser trituradas.

Respecto del parámetro diferencia de altura, no se concretó un modelo de relación entre el grado de infestación y la reducción de altura en las plantas inóculadas; de hecho la clasificación de un tratamiento de acuerdo a su promedio varía de un cultivar a otro.

En cuanto a las variables de biomasa, se anotó anteriormente que la reducción de las medias de estos parámetros bajo el efecto de los tratamientos: entre sí, por una parte, y entre ellos y los testigos, por la otra, no refleja el grado de infestación. Es posible que el período de 75 días, al final del cual se hizo la evaluación del daño, es demasiado corto para que la disminución en la producción de biomasa también debe tenerse en cuenta el ritmo, no ha sido posible detectar el patrón que rige la relación grado de infestación y biomasa.

Esta poca diferencia con respecto a la biomasa, o indirectamente al desarrollo, entre plantas inculadas y no inculadas, 3.0 observaron también Fazuoli *et al.* (33) cuyo trabajo se evaluó a 4-6 meses y 12 meses después de la inoculación. Baeza y Leguizamon (7) en evaluaciones realizadas tres meses después del establecimiento de su ensayo, no observaron diferencias significativas en el peso fresco de la parte aérea de las plantas inculadas y el testigo a pesar de que el grado de infestación fue altamente significativo. Pero a los seis meses, el efecto de los tratamientos fué notorio.

En muchos casos, ocurrió que las plantas inculadas produjeron más biomasa que las inculadas. Un efecto similar fué observado también por Bellavita (10) en café y por otros autores (16, 18) que trabajaron con tomate y frijol. Al respecto, Wallace (83) opinó que la respuesta de las plan-

tas a los nemátodos se rige por un equilibrio de los procesos de estimulación e inhibición a veces favorece el crecimiento.

Respecto de grado de infestación y las variables de crecimiento, no se ha tenido en cuenta la relación entre número de agallas, porcentaje estimado de raíces agalladas y grado de infestación, por una parte, y la relación entre las variables de crecimiento, por la otra, siendo obvia la alta correlación dentro de ambos grupos de parámetros. Como ha sido mencionado anteriormente, para el período de duración del ensayo, el análisis de correlación reveló coeficientes bajos (13) entre el grado de infestación y las variables de crecimiento. Lo que se denotó fue una ligera reducción de la producción de biomasa bajo el efecto del inóculo, como lo indica el signo negativo que afecta estos valores.

De acuerdo al Cuadro 26, Robusta T 3483 se clasificó como moderadamente resistente, Catuai T S267 y Caturra T 2308 como susceptibles mientras que los dos híbridos de Catimor y Liberica T 1124 se clasificaron como ligeramente resistentes. El comportamiento de Robusta, el material que produjo los números de agallas más bajos, de más pequeño tamaño, podría deberse a que la resistencia se manifiesta también por una incapacidad de las lamas a desarrollarse en la raíz (68).

Estos resultados están de acuerdo con los obtenidos por otros investigadores (24,33,38,58) y observaciones hechas por varios especialistas en caficultura sobre la susceptibilidad de materiales de *C. arabica* a *M. exigua* y la resistencia de genotipos de *C. canephora* al mismo.

En cuanto a la reacción de ambos Catimor, Catinor T 5159 y T 8603, se puede decir que los híbridos entre materiales resistentes y susceptibles manifestaron una reacción intermedia, siendo el Catimor (26) progenie del Híbrido de Timor\* con líneas probablemente portadores de genes de resistencia a *M. exigua*, y Caturra, material conocido como susceptible. Quizas la tolerancia o resistencia a los nemátodos sería un carácter cuantitativo. Esto se podría incrementar mediante el método de retrocruzamiento hasta lograr líneas con suficiente grado de tolerancia.

\*(11)

\*\* (41)

Considerando la pérdida de biomasa en comparación con el testigo por el efecto de la inoculación, los porcentajes promedios logrados son, muy inferiores a los obtenidos por Bellavita (10) cuyo trabajo se evaluó ocho meses después de la inoculación. También la clasificación de reacción en este trabajo no es conforme a la escala que él propuso; decrementó en peso seco inferior a: 15% : resistencia; entre 15-30% medianamente resistente y superior al 30% susceptible.

El hecho de que la producción de biomasa no refleja esencialmente el grado infestación dificulta el uso de la escala de Bellavita (10). Este aspecto hace preferible el uso del término de tolerancia, o baja resistencia, según el cual el material no es afectado en su producción de biomasa o crecimiento, bajo el efecto del inóculo, aún siendofavorable las condiciones para el desarrollo del patógeno (41). Sin embargo en experimentos en los cuales el efecto del inóculo es marcado, el parámetro de pérdida de biomasa usada por Bellavita puede ser una herramienta útil para clasificar la reacción del cafeto al nemátodo. Debío al ritmo de crecimiento lento del género, se necesitará de una escala con menor amplitud, para detectar cualquier diferencia significativa de producción de biomasa. Con base en los resultados del trabajo y la escala misma de Bellavita, se propone la escala del Cuadro 27. para tales fines.

El porcentaje estimado de raíces agalladas se ha usado a menudo como único criterio para distinguir materiales según su reacción (47, 76). A respecto, teniendo en cuenta los resultados de este trabajo, se propone la escala del Cuadro 28.

Respecto de la sintomatología externa, se observó que la apariencia general de las plantas inóculadas y no inóculadas no varió. En cuanto a este aspecto, las opiniones difieren. Algunos investigadores (4,5,6, 64) pudieron separar plantas infestadas de las no infestadas, usando el criterio de la sintomatología. Por otra parte, fué imposible en varios casos separar plantas infestadas y sanas a partir de los síntomas (7, 35).

Respecto al aspecto general de las plantas en las cuales se estableció la multiplicación de los nemátodos, se hicieron observaciones que hasta cierto punto pueden crear confusiones. En numerosos casos las plantas de mayor desarrollo fueron las más agalladas. Esto evidencia que la planta puede no

ser afectada al inicio de su desarrollo a pesar de una considerable infestación. Por lo que aparece, los síntomas de clorosis y reducción de crecimiento mencionados en la literatura (3,61,64) son efectos a largo plazo, susceptibles de manifestarse en campo o en trabajos de cierta duración. Es oportuno recordar que, según Petenucci (62), la atención de Arruda fue llamada por un cafetal de Borbon, en el cual 40000 cafetos viejos presentaron síntomas visibles de decaimiento bajo el efecto de la infestación de *A exigua*.

En cuanto a las variables de crecimiento, ninguna de las estudiadas mostró una correlación significativa y definida con el grado de infestación. Al respecto, la variable de pérdida de biomasa utilizada por Bellavita (10) como criterio para clasificar reacciones de materiales y cuya escala fue modificada en este trabajo se recomendaría en trabajos en los cuales el efecto del inóculo es marcado sobre el crecimiento de la planta.

De todas maneras, si el objetivo de un trabajo es seleccionar entre materiales a corto plazo, el grado de infestación a partir de número de agallas, Cuadro 25, sería un criterio adecuado. También se podría usar la escala del grado de infestación con base en el porcentaje estimado de raíces agalladas, descrita en el Cuadro 28.

En cuanto a tratamientos o niveles de inóculo a recomendarse, las suspensiones de 15000 huevos y larvas provenientes de 20g de raíces son los más destacados en este trabajo. Para la suspensión de raíces trituradas se podría usar satisfactoriamente el tratamiento de 13g. Cabe señalar que los resultados del tercer ensayo mostraron que las suspensiones de 19 y 22g de raíces son las mejores, o sea, tratamientos alrededor del 20g de raíces, lo que indica que la suspensión de larvas provenientes de 20g de raíces es la más adecuada para llevar a cabo trabajos similares.

En el presente estudio, se observó una cierta variabilidad entre los valores obtenidos en un mismo tratamiento. Esto puede deberse a la inadecuadez de parcela con una sola planta. Utilizando los datos de número de agallas de los niveles de las suspensiones de larvas y de huevos aplicadas en dosis única y fraccionada y la fórmula de Pound:

POUND, F. J. The genetic constitution of the cacao crop. In Imperial College of Tropical Agriculture. Annual Report on Cacao Research, 1° Port of Spain, Trinidad, 1932. pp 10-24.

$$n = \frac{0,16 (100 \cdot s)^2}{\bar{X}}$$

donde n= tamaño de muestra requerido

s= desviación estandar (S= 2,10)

$\bar{X}$ = promedio de los datos ( $\bar{X} = 72$ )

se encontró que el tamaño de muestra óptima por tratamiento sería 8 plantas. Con base en eso, en trabajos posteriores, se recomendaría usar cuatro repeticiones y parcelas de dos plantas por tratamiento.

Cuadro 25. Escala propuesta para clasificar la severidad del daño de Meloidogyne exigua en plantas de café con base en el número de agallas.

Número de agallas	Grado de infestación	Clasificación de la reacción
0	0,0	Imune
1-20	1,0	Altamente resistente
21-50	1,5 - 2,0	Moderadamente a ligeramente resistente
50-75	2,5 - 3,0	Susceptible
76-100	3,5	Muy susceptible
>100	4,0	Altamente susceptible

Cuadro 26. Grados de infestación y clasificación de la reacción manifestada por los cultivares Catuai T 5267, Caturra T 2308, Catimor T 5159, Catimor T 8663, Robusta T 3483 y Liberica T 1124 inoculados con cuatro niveles de suspensiones de larvas y de raíces trituradas infestadas por Meloidogyne exigua.

Cultivar	Grado de infestación		Clasificación de la reacción
	Real	Ajustado	
Catuai T 5267	2,26	7,50	Susceptible
Caturra T 2308	2,23	2,50	"
Catimor T 5159	2,09	2,00	Ligeramente resistente
Catimor T 8603	2,05	2,00	" "
Robusta T 3483	1,36	1,50	Moderadamente "
Liberica T 1124	1,78	2,60	Ligeramente "

Cuadro 27. Escala propuesta para clasificar la reacción del cafeto al daño de Meloidogyne exigua con base en la pérdida de biomasa en relación con el testigo.

Porcentaje de pérdida	Clasificación de la reacción
10	Muy resistente
11-20	Moderadamente resistente
21-30	Susceptible
31 a más	Muy susceptible

Cuadro 28. Escala propuesta para clasificar la reacción del cafeto al daño de Meloidogyne exigua con base en el porcentaje estimado de raíces agalladas.

Porcentaje estimado de raíces agalladas	Descripción de la infestación	Clasificación de la reacción
1-10	Infestación muy baja	Altamente resistente
11-25	" " "	Moderadamente "
26-40	" mediana	Ligeramente "
41-60	" alta	Susceptible
61-100	" Muy alta	Muy susceptible

La tercera se basa únicamente en el porcentaje estimado de raíces

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Se encontró que la arena pura es más adecuada que la mezcla arena más suelo para hacer estudios sobre nemátodos.
2. Según las condiciones en que se realizaron los experimentos, el período de 75 días después de la inoculación es más indicado para hacer la evaluación del daño en la planta.
3. No hay diferencia significativa entre la aplicación en dosis única o fraccionada de un nivel de inóculo. Si se fracciona la dosis, se puede hacer la segunda inoculación un mes después de la primera.
4. Como fuente de inóculo, se puede usar indiferentemente cualquiera de las tres fuentes: suspensiones de larvas, suspensiones de larvas y suspensiones de raíces trituradas. Se usaría la suspensión de larvas provenientes de 20g de rakes, o la suspensión de 15000 huevos o la suspensión de rakes trituradas de 13g para probar la reacción de materiales de *Coffea arabica*, *Coffea canephora*, *Coffea liberica* e híbridos entre estas especies.
5. Ningún sintoma foliar se expresó como efecto de la inoculación.
6. Ninguno de los parámetros evaluados para medir el crecimiento de la planta tuvo correlación con el grado de infestación. La reducción de la biomasa y la altura no fue significativa y sólo se observó una ligera tendencia de la biomasa a reducirse bajo el efecto del inóculo.
7. Para evaluar la severidad del daño, se propusieron tres escalas. La primera se relaciona con el grado de infestación establecido a partir del número de agallas. La segunda es una modificación de la propuesta por Bellavita (10) respecto de la pérdida relativa de biomasa en relación con el testigo. La tercera se basa únicamente en el porcentaje estimado de raíces infestadas.
8. El cultivar Robusta T 3483 fue el menos afectado, por lo que fue clasificado como moderadamente resistente. Liberica T 1124, Catimor T 5159 y T 8663 se clasificaron como ligeramente resistentes y Catuaí T 5267 y Catuira T 2308 como susceptibles.

9. Las raíces infestadas a usarse para inocular deben ser procesadas a más tardar tres días y guardarse en lugar fresco, a temperaturas de 5" a 15°C.

Las fuentes de inóculo se deben usar en un plazo máximo de 24 horas después de su preparación.

10. En trabajos posteriores, se recomienda usar cuatro repeticiones y parcela de dos plantas por tratamiento.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

1. ABREGO, L. y HOLDEMAN, Q. L. Informe de progreso en el Estudios del Problema de los nemátodos del café en el Salvador. *Café de El Salvador* 31 ( 350- 351 ): 43-58. 1961.
2. \_\_\_\_\_ . Aspectos importantes a considerar en el empleo de plaguicidas en el cultivo del café, con especial referencia a los nematocidas. *In Boletín Informativo, ISIC*, 128: 1-14. 1976.
3. ANTONIO, A. M. D' et al. Levantamento de nematoides parasitos de cafeeiro que ocurrem no Sul de Minas Gerais. *In Congreso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras*, 8, Campo de Jordao, S. P., Brasil, 1.980. *Resumos*. Río de Janeiro, Instituto Brasileiro de Café, 1980. pp 440-443.
4. ARRUDA, H. V. Efeito depresivo de nematoides sobre mudas de cafeeiro, formadas en laminados. *Bragantia (Brasil)* 19: XV-XVII. 1960.
5. \_\_\_\_\_ . Redução no crescimento de cafeeiros com um año de campo devido ao parasitismo de nematoide. *Bragantia (Brasil)* 19: CLXXIX. 1960.
6. \_\_\_\_\_ y REISS, A. J. Redução nas duas primeiras colheitas de cafe devido ao parasitismo de nematoide. *O Biológico (Brasil)* 27-28: 349. 1961-1962.
7. BAEZA, A. C. A. y LEGUIZAMON, C. J. E. Evaluación de nematocidas para el control de *M. exigua* en plantulas de *C. arabica* cv Caturra. *CENICAFE (Colombia)* 28(3): 108-116. 1977.
8. BARRONS, K. C. A method of determining root-Knot resistance in beans and cow pea in seedling stage. *Journal of Agricultural Research* 57: 363-370. 1931.
9. \_\_\_\_\_ . Studies of the nature of root-Knot resistance, *Journal of Agricultural Research* 58: 263-271. 1932.
10. BELLAVITA, O. G. Estudio preliminar de la resistencia de varios cultivos de café al ataque de *Meloidogyne* spp. Tesis Mg. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE. 1967. 32 p.
11. BETTENCOURT, A. J. Considerações gerais sobre o "Híbrido de timor", Sao Paulo Brasil. Instituto Agronómico de Campiñas, 1973. 20 p. Circular No. 23.
12. BONETTI, J. S. et al. Influencia de parasitismo de *M. exigua* sobre a absorção de micronutrientes Zn, Cu, Fe, Mn, B e vigor de mudas de cafeeiro. *Fitopatología Brasileira* 7(2): 197-207. 1982.
13. CALZADA, J. B. Métodos estadísticos para la investigación. 5 ed. Lima, Perú, 1982. 644 p.
14. CENTRO AGRONOMICO TROPICAL, DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. Datos meteorológicos. Turrialba, Costa Rica, s. f. Mimeo.

15. CHITWOOD, B. G. y BERGER, G. A. Nemic parasites of coffee in Guatemala. *Phytopathology* 50(9): 631. 1960.
16. CHRISTIE, J. R. The development of root-Knot nematode galls. *Phytopathology* 26(1): 1-22. 1936.
17. COFFEE RESEARCH STATION, BALEHONNUR. Pests of coffees and their control; the eelworms, s. f. Leaflet No. 13.
18. COLBERT, B. Los nemátodos reducen el rendimiento del cafeto. *La Hacienda* (s) 73(6): 25-26. 1979.
19. CRAME, \_\_\_\_\_ view of literature of coffee research in Indonesia. Edited by F. L. Wellman. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1957. 262 p.
20. CURI, S. M. et al. Actual distribuição geográfica dos hematóides de cafeeiro (*Meloidogyne coffeicola* e *M. exigua*) no Estado de São Paulo. *O Biológico (Brasil)* 36 (1): 26-28. 1970.
21. \_\_\_\_\_ y SILVERA, S. G. P. DA. Estudos preliminares sobre o controle químico do nematóide do cafeeiro *M. exigua*. *O Biológico (Brasil)* 40 (2): 337-345. 1974.
22. \_\_\_\_\_ y ELIAS JUNIOR, E. G. Resultados preliminares do controle químico de nematóide *M. incognita*, parasito de cafeeiro em condições de campo. *O Biológico (Brasil)* 41(3): 67-72. 1975.
23. \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_. Distribuição geográfica, sintonatologia e significância dos nematóides *M. incognita* e *M. exigua* parasitos do cafeeiro no Estado de São Paulo. In *Congreso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras*, 5, E. S., Brasil, 1977, Resumos. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Café, 1977. p.19.
24. \_\_\_\_\_ et al. Novas fontes de resistencia genética de *Coffea* no controle de nematóide do cafeeiro. *O Biológico (Brasil)* 36(10): 293-297. 1977.
25. ECHAVEZ, E. R. y ALEJANDRO, A. Combate químico de los nemátodos en viveros de café. *Nematropica (Venezuela)* 8(2): 8. 1978.
26. ECHEVERRI, J. H. y BETTENCOURT, A. J. Evaluación de Catimbres de la Serie T 8600 seleccionados por PROMECAFE de Introducciones de la Universidad Federal de Vicosa (UFV), Brasil. Turrialba, Costa Rica, PROMECAFE, 1983. 29 p.
27. ELMILICY, I. A. Root-Knot nematode infectivity and hosts responses in relation to soil types. *Mededelingen Landbouwhogeschool* 33: 1633-1641. 1968.
28. ESCOBAR, P. A. Presencia y significancia de los nemátodos parásitos de la planta. In *Curso de Caficultura para Fedecogua, Mazatenango, Guatemala*, Informe. Mazatenango, Federaciones de Cooperativas Productoras de café de Guatemala, 1978. Capítulo XVI, pp 1-20.
29. FAUSSILIOTIS, S. G. A system, for screening large plants population for root-Knot nematode resistance. *Nematropica (Venezuela)* 8(2): 9-10. 1978.

30. \_\_\_\_\_ . Plant resistance to root-knot nematode resistance. In Lambertti, F. y Taylor, C. E., ed. Root-Knot nematodes. London, Academic Press, 1979. pp 425-453.
31. FAZUOLI, L. C. et al. Estudio de resistencia genética de cafeeiro ao nematoíde. In Congreso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 1, Vitoria, Brasil, 1973. Resumos. Río de Janeiro, Instituto Brasileiro de Café, 1974. p 30.
32. \_\_\_\_\_ . Herança ao cafeeiro ao nematoíde M. exigua. In Congreso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 2, S. P. Brasil, 1974. Resumos. Río de Janeiro, Instituto Brasileiro de Café, 1974. p 30.
33. \_\_\_\_\_ y LORDELLO, R. R. A. Estudio de metodo de infestação para avaliação precoce de cafeeiro quanto ao ataque de M. exigua. In Congreso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 7, M. G., Brasil, 1979. Resumos. Río de Janeiro, Instituto Brasileiro de Café, 1979. pp 82-86.
34. FLORES, J. M. y YEPEZ, G. T. Meloidogyne in coffee in Venezuela. In Peachev, J. E., ed. Nematodes of tropical crops. Bucks, England, Commonwealth Agricultural Bureaux, 1969. pp 250-263. Technical Communication No. 40.
- \*
36. FLUITER, H. J. DE. Het aaltjesproblem. Tijdschrift over plantenziekten 53(4): 101-109. 1947.
37. GONCALVEZ, J. C. Nemátodos, seria praga da cafeicultura. Divulgação Agronómica (Brasil) 28: 35-38. 1970.
38. GONCALVEZ, W. et al. Estimativos de danos ocasionados pelos nematoídes do cafeeiro. In Congreso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 6, S. P., Brasil, 1978. Resumos. Río de Janeiro, Instituto Brasileiro de Café, 1978. pp 182-186.
39. GONZALEZ, J. A. Algunos aspectos generales de la cafeicultura en Brasil. In Boletín Informativo, ISIC, Salvador, 133: 1-34. 1973.
40. GONZALEZ, L. C. Introducción a la fitopatología. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Serie de libros y Materiales de Enseñanza No. 29, 1980. 148 p.
41. GRANER, E. A. y GODOY JUNIOR, C. Manual de cafeicultor. Sao Paulo. Brasil, Melhoramento, 1967. 319 p.
42. GUNDI, S. D. **VAN**. Ecology of root-Knot nematode. In Proceedings of the Research Planning Conference on root-Knot nematode, Meloidogyne spp. Raleigh, North Carolina State University, 1976. pp 64-74.
43. GUTIERREZ, Z. G. y JIMENEZ, Q. **M**. F. Algunas observaciones sobre la injertación de café practicada en Guatemala y Salvador como medio para el control de nemátodos. San José, Ministerio de Agricultura, 1969. 17 + 4 p.
44. INGUNZA, S. M. A. El nemátodo del nudo de la raíz del cafeto M. exigua. Café Peruano 2(14): 4-7. 1963.
45. IRIZARRY, H., JENKINS, W. R. y CHILDERS, N. F. Interaction of soil teci-

- perature and M. spp on the resistance of the common bean Phaseolus vulgaris to the root-Knot disease. Nematropica. (Venezuela) 1:41-42. 1971
46. JAEHN, A. y REBEL, E. X. Instalação de Cafezal infestado por M. incognita com uso de materia orgânica e nematicida. In Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 8, S. P. Brasil, 1980. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Café, 1980. pp 131- 133.
  47. \_\_\_\_\_. Uso de esterco, fumigante e nematicida na implantação de lavoura cafeeira en area infestada por M. coffeicola. In Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 9, M. C. Brasil, 1981. Resumos. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Café, 1981. pp 159-161.
  48. JONES, F. G. W., LARBEY, D. W. y PARROT, D. M. The influence of soil struture and moisture on nematode, specially Xiphinema, Longidorus, Trichodorus and Heterodera spp. Soil Biology and Biochemistry 1(2): 153-165. 1969.
  49. \_\_\_\_\_ y THOMASSON, A. J. Bulk density as an indicator of spore space in soil usable by nematode. Nematropica 22(2): 132-137. 1976.
  50. LEGUIZAMON, C. J. y BAEZA, A. C. A. Acción del nematicida experimental. Dpx 1410 en el control del nemátodo nodulador del cafeto. CENICAFE (Colombia) 23(4): 98-103. 1972.
  51. \_\_\_\_\_. Relaciones entre poblaciones de M. spp en el suelo y el daño ocasionado en cafetales establecidos. CENICAFE (Colombia) 27(4): 174-179. 1976.
  52. LORDELLO, L. G. E. Nemátodos nocivos a caficultura. In Primera Reunión Técnica Internacional sobre Plagas y Enfermedades de los Cafetos. San José, Costa Rica, 1965. pp 100-108. Publicación Miscelánea No. 3.
  53. \_\_\_\_\_. Nemátodes pests of coffee. In Webster, J. M., ed. Economic nematology. London, Academic Press, 1977. pp 268-284.
  54. LORDELLO, R. R. A. y PEREIRA, L. C. E. Experimentação para recuperação de cafezal atacado pelo nematoíde M. incognita. In Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 6, S. P. Brasil, 1978. Resumos. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Café, 1973. pp 130-131.
  55. MACEDO, M<sup>c</sup>. M., HAAG, H. P. y LORDELLO, L. G. E. influencia de nematoíde M. exigua na absorcao de nutrientes em plantas jovens de cafeeiro, resultados preliminares. In Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 3, Curitiba, Brasil, 1975. Resumos. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Café, 1975. p 68.
  56. MAYNE, M. U. y SUBBRANHYAN, V. K. Nematode worms in relation to cockchifer and mealy bug problem in Coorg Mysore Coffee Experimentation Station. Bulletin No. 11. 1934.
  57. MEDINA FILHO, H. P. FAZUOLI, L. C. y COSTA, W. DA. Identificação das raças 2, 3 y 4 de M. incognita parasitando o cafeeiro. In Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 9, M. G., Brasil, 1981. Resumos. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Café, 1981. pp 166- 168.

58. NAKASONOK, K, et al. Desenvolvimento de novos transplantados e penetra-  
caes por M. e \_\_\_\_\_ in de Nematología, Piracicaba,  
Brasil, 1980. pp 33-39.
59. NETO, R. M. Estudio sobrediferentes patogenizadas de M. exigua em ca-  
feeiro no Estado de Sao Paulo. *O Solo* (Brasil.) 61(2): 23-27. 1974.
60. PAULSON, R. E. y WEBSTER, J. M. Ultrastructure of the hypersensitive  
reaction in roots of tomato to infection by the root-Knot nematode  
M. incognita. *Physiological Plant Pathology* 2: 227-234. 1972.
61. PEREIRA, L. V., FERRAZ, S. y OLIVEIRA, L. M. Eficiencia de algunos  
nematicidas carbamatos como tratamento curativo de mudas de cafeeiro  
infestadas por M. exigua. *Fitopatologia Brasileira* 4(3): 473-476.  
1979.
62. PETENUCCI, W. Los nematoides de cafeeiro e sua importancia económica.  
*Divulgação Agronómica* (Brasil) 31: 4-11. 1971.
63. PETRIO, C. D. DI et al. Levantamento preliminar da ocorrência de ne-  
matodos de género *Meloidogyne* no Estado de Sao Paulo. & Congreso  
Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 9, M. G., Brasil, 1981. Resumos.  
Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Café, 1981. pp 316-320.
64. ROYÍ, J. Fitonematología tropical. Río Piedras, Universidad de Puerto  
Rico, Colegio de Ciencias Agrícolas, 1978. 256 p.
65. SALAS, L. A. y ECHANDI, E. Nemátodos parásitos en plantaciones de café  
de Costa Rica. *Café* (Costa Rica) 3(8): 21-24. 1961.
66. SANTOS, J. M. DOS., FERRAZ, S. Y OLIVEIRA, L. M. DE. Efeitos de ferti-  
lizantes nitrógenados na formação de galhas em raizes de mudas de  
cafeeiro atacadas por M. exigua y en la eclosão de suas larvas.  
*Fitopatologia Brasileira* 6(3): 457-463. 1981.
67. \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_. Efeito de parasitismo de M. exigua sobre  
a absorção e translocação de nutrientes em mudas de cafeeiro ataca-  
das por M. exigua y en la eclosão de suas larvas. *Fitopatología*  
*Brasileira* 6(3): 333-340. 1981.
68. SASSER, J. M. y TAYLOR, A. L. Studies on the entry of root nematodes  
of susceptible and resistant plants. *Phytopathology* 42: 474. 1952.
69. \_\_\_\_\_. Worldwide dissemination and importance of the root-Knot nema-  
todes M. spp. *Journal of Nematology* 9(1): 26-29. 1977.
70. \_\_\_\_\_. Economic importance of *Meloidogyne* in tropical countries.  
In Lambertti, F. y Taylor, C. E., ed. *Root-Knot nematodes*. London,  
Academic Press, 1979. pp 360-374.
71. \_\_\_\_\_. Root-Knot nematodes, a global menace to crop production. *Plant*  
*Disease Reporter* 64(1): 36-41. 1980.
72. SCHIEBER, E. Nemátodos que atacan al cafeto en Guatemala, su distribu-  
ción, sintomatología y control. *Turrialba* (Costa Rica), 16(2): 130-

135. 1966 .
73. \_\_\_\_\_ . El problema de nemátodos **que** atacan el cafeto en Dominicana, Turrialba (Costa Rica) **19 (4)**: 513-517. 1969.
74. **SIRDHU, G. S** y **WEBSTER, J. M** Genetic control of resistance in tomato. II. Segregation for high and levels of resistance to **M. incognita**. Canadian Journal **Gen. Cytol.** **22**: 223-226. 1980.
75. **SLEETE, R.** y **REYNOLDS, W.** Root-Knot nematodes infestation as influenced by soil texture. Soil Science **80**: 459-461. 1955.
76. **SMITH, A. L.** y **TAYLOR, A. L.** Field methods of testing for root-Knot infestation. Phytopathology **37**: 85-93. 1947.
77. **SRINNASAN, C. S.** y **SOUZA, G. I.** A note on the occurrence of the Brazilian pyroid coffee nematode M. exigua in South India. Indian Coffee **20(6)**: 13. 1965.
78. **SRIVASTAVA, A. S.** y **UPADHYAY, K. D.** Effect of different inoculum levels of M. javanica on the growth of brinjal (Solanum melongena) and **its** control with systematic nematicides. Phytoparasitica **2 (2)**: 61-66. 1974.
79. **STOYANEV, O.** Breve estudio sobre los nemátodos parasitos del café en Cuba. Revista de Agricultura **4(2)**: 20-29. 1972.
80. **SYLVAIN, P. G.** The problems of nematodes in coffee production. Coffee (Costa Rica) **1(1)**: 1-11. 1959.
81. **TAYLOR, A. L.** y **SASSER, J. N.** Biología, identificación y control de los nemátodos de nodulos de la raíz. Trad. del inglés. Carolina del Norte, 1978. 111 p.
82. **WALLACE, H. R.** The influence of aeration on survival and hatch of M. javanica. Nematologica **14**: 223-230. 1968.
83. \_\_\_\_\_ . The influence of the density of nematode population on plants. Nematologica **17(2)**: 155-166. 1971.
84. **WHITEHEAD, A. G.** The root-knot nematodes of East Africa. I. X. africana. Nematologica **4(4)**: 272-278. 1959.
85. \_\_\_\_\_ . Os nemátodos parasitos do cafeeiro C. canephora e a morte súbita de cafeeiros em Angola. Revista de Café Português **7(28)**: 5-16. 1960.
86. \_\_\_\_\_ . Nematoda. In te Pelley, R. H. ed. Pests of coffee. London, Longmans. 1968. pp 407-422. Tropical Sciences Series.
87. **WONG, T. K.** y **MAI, W. F.** Pathogenicity of M. hapla to lettuce as affected by inoculum level, plant age at inoculation and temperature. Journal of Nematology **5(2)**: 126-129. 1973.

ados medios de altura de gallina  
foco agallada y grado de infest  
de araña en total 1 2267 inco  
suspensiones de larvas y de raica  
exigua.

## 8. APENDICE

de de suspensiones  
por Helicoverpa

Cuadro 1A. Cuadrado; medios de número de agalla? (I), porcentaje estimado de raíces agalladas y grado de infestación en plántulas de Coffea arabica cv Catuai T 5267 inoculadas con cuatro niveles de suspensiones de larvas y de raíces trituradas infestadas por Meloidogyne exigua.

Fuentes de variación	Gl	Cuadrados medios		
		Número de agallas	Porcentaje estimado de raíces agalladas	Grado de infestación
Repeticiones	3	0,00005	0,00025	0,091
Tratamientos	7	0,005**	0,00084**	2,221**
Error	21	0,00007	0,00021	0,27**
C.V. (%)		11,38	21,25	22,92

\*\* Significativo al 1%

(I) Los valores originales de número de agallas y porcentaje estimado de raíces agalladas fueron transformados a  $Y = \sqrt{X + 1}$  e  $Y = \arcsin \sqrt{\%}$  respectivamente.

Cuadro 2A. Cuadrados medios de biomasa seca de plántulas de Coffea arabica cv Catuai T 5267 inoculadas con cuatro niveles de suspensiones de larvas y de raíces trituradas infestadas por Meloidogyne exigua.

Fuentes de	Gl	Cuadrados medios							
		Diferencia de altura	Total Raíz	Tallo	Follaje	Parte aérea	Raíz Parte aérea	Pérdida aérea	
Repeticiones	3	0,2521	0,013	0,0015	0,0004	0,0034	0,0053	34,59	4494,16**
Tratamientos	8	0,2981	0,020	0,0025	0,0008	0,0056	0,0100	50,92	671,80
Error	24	0,1852	0,023	0,0021	0,0006	0,0093	0,0135	47,80	669,42
C.V. (%)		33,32	29,13	54,73	27,64	26,49	36,33	23,30	

\*\* Significativo al 1%.

Cuadro 3A. Cuadrados medios de número de agallas (1) porcentaje estimado de raíces agalladas (1) y grado de infestación en plántulas de *Coffea arabica* cv Catuai T 2308 inoculadas con cuatro niveles de suspensiones de larvas y de raíces trituradas infestadas por *Meloidogyne exigua*.

Fuentes de variación	Gl	Cuadrados medios		
		número de agallas	Porcentaje estimado de raíces agalladas	Grado de infestación
Repeticiones	3	0,00017	0,00024	0,88 **
Tratamientos	7	0,00075**	0,00150**	2,40 **
Error	21	0,00076	0,00021	0,17
C.V. (%)		12,07	21,63	18,37

\*\*Significativo al 1%

(1) Los valores originales de número de agallas y porcentaje estimado de raíces agalladas fueron transformados a  $Y = \sqrt{X + 1}$  e  $Y = \arcsin \sqrt{\%}$  respectivamente.

Cuadro 4A. Cuadrados medios de biomasa seca de plántulas de *Coffea arabica* cv Caturra T 2308 inoculadas con cuatro niveles de suspensiones de larvas y de raíces trituradas infestadas por *Meloidogyne exigua*!

Fuentes de variación	Gl	F calculado							
		Diferencia de altura	Biomasa seca						
			Total	Raiz.	Tallo	Follaje	Parte aérea	Raíz—Parte aérea	Perdida aérea
Repeticiones	3	0,2166	0,0032	0,00043	0,00014	0,0017	0,0027	25,88	98,19
Tratamientos	8	0,2031	0,0204*	0,0014*	0,0014*	0,0064	0,0115*	30,32	470,22
Error	24	0,0989	0,0077	0,00057	0,00028	0,0039	0,0049	17,72	228,60
C. V. (%)		18,96	18,27	31,36	21,82	17,47	19,18	22,82	12,61

\* Significativo al 5%

\*\* Significativo al 1%

Cuadro 5A. Cuadrados medios de número de agallas (1), porcentaje estimado de raíces agalladas (1) y grado de infestación en plántulas de un híbrido de *Coffea arabica* x *Coffea canephora*, Catimor T 5159, inoculadas con cuatro niveles de suspensiones de larvas y de raíces trituradas infestadas por *Meloidogyne exigua*.

Fuentes de variación	Gl	Cuadrados medios		
		Número de agallas	Porcentaje estimado de raíces agalladas	Grado de infestación
Repeticiones	3	0,00015	0,00032	0,34
Tratamientos	7	0,00038*	0,00100**	1,07*
Error	21	0,00011	0,00021	0,134
C. v. (%)		15,67	23,72	28,00

\* Significativo al 5%.

\*\* Significativo al 1%

(1) Los valores originales de número de agallas y porcentaje estimado de raíces agalladas fueron transformados a  $Y = \sqrt{X + 1}$  e  $Y = \arcsin \sqrt{\frac{\%}{100}}$  respectivamente.

Cuadro 6A. Cuadrados medios de biomasa seca de plántulas de un híbrido de *Coffea arabica* x *Coffea canephora*, Catimor T 5159, inoculadas con cuatro niveles de suspensiones de larvas y de raíces infestadas trituradas por *Meloidogyne exigua*.

Fuentes de	Gl	Diferencia de altura	Cuadrados medios						
			Total	Raiz	Tallo	Follaje	Parte aérea	Raíz Parte aérea	Pérdida
Repeticiones	3	0,1705	0,0035	0,0012	0,000116	0,00026	0,00042	34,48	768,25
Tratamientos	8	0,1514	0,0332	0,0034*	0,00119	0,01240*	0,02070	87,62	610,52
Err	5	0,0142	0,0142	0,0011	0,00076	0,00510	0,00930	37,93	277,52
C. V. (%)		27,86	23,28	37,72	31,70	21,32	22,71	30,16	13,90

\* Significativo al 5%.

Cuadro 7A. Cuadrados medios de número de agallas (1) porcentaje estimado de raíces agalladas (1) y grado de infestación en plántulas de un híbrido de *Coffea arabica* x *Coffea canephora*, Catimor T 8663 inoculados con cuatro niveles de suspensiones de larvas y de raíces trituradas, infestadas por *Meloidogyne exigua*.

Fuentes de variación	Gl	Cuadrados medios		
		Número de agallas	Porcentaje estimado de raíces agalladas	Grado de infestación
Repeticiones	3	0,00023	0,00033	0,40
Tratamientos	8	0,00041*	0,00077*	2,01**
Error	21	0,00015	0,00029	0,28
C. V. (%)		18,00	30,07	25,79

\* Significativo al 5%.

(1) Los valores originales de número de agallas y de porcentaje estimado de raíces agalladas fueron transformados a  $Y = \sqrt{X + 1}$  e  $Y = \arcsin \sqrt{\%}$  respectivamente.

Cuadro 8A. Cuadrados medios de biomasa seca de plántulas de un híbrido de *Coffea arabica* x *Coffea canephora*, Catimor T 8663, inoculadas con cuatro niveles de suspensiones de larvas y de raíces trituradas infestadas por *Meloidogyne exigua*.

Fuentes de	Gl	Diferencia de altura	Cuadrados medios						Pérdida aérea
			Total	Raíz	Biomasa seca			Raíz Parte aérea	
					Tallo	Follaje	Parte aérea		
Repeticiones	3	0,4062	0,012	0,0016	0,00315	0,0095	0,0112	57,94	1216*
Tratamientos	8	0,1022	0,010	0,0004	0,00053	0,0044	0,0069	29,68	385,20
Error	24	0,2036	0,015	0,0016	0,00058	0,0047	0,0079	52,90	385,20
cv. (%)		27,86	22,31	40,26	25,28	19,13	35,57	19,58	17,87

\* Significativo al 5%.

Cuadro 9A. Cuadrados medios de número de agallas (I) porcentaje estimado de raíces agalladas (1) y grado de infestación en plántulas de Coffea canephora cv Robusta T 3483 inoculadas con cuatro niveles de suspensiones de larvas y de rakes trituradas infestadas por Meloidogyne exigua.

Fuentes de variación	Gl	Cuadrados medios		
		Número de agalla	Porcentajes estimado de raíces agalladas	Grado de infestación
Repeticiones	3	0,00005	0,00003	0,029
Tratamientos	7	0,00032**	0,00047**	0,115*
Error	21	0,00005	0,00012	0,034
C.V. (%)		13,85	28,71	13,68

\* Significativo al 5%.

(1) Los valores originales de número de agallas y de porcentaje estimado de raíces agalladas fueron transformados a  $Y = \sqrt{X + 1}$  e  $Y = \arcsin \sqrt{\%}$  respectivamente.

Cuadro 10A. Cuadrados medios de biomasa seca de plántulas de Coffea canephora cv Robusta T 3483 inoculadas con cuatro niveles de suspensiones de larvas y de raíces trituradas infestadas por Meloidogyne exigua.

Fuentes de variación	Gl	Diferencia de altura	Biomasa seca						
			Total	Raíz	Tallo	Follaje	Parte aérea	Raíz Parte aérea	Pérdida
Repeticiones	3	0,0300	0,0049	0,0162	0,0001	0,0040	0,0037	8,72	272,81
Tratamientos	8	0,1090	0,0133	0,017	0,0005	0,0055	0,0080	13,85	386,65
Error	24	0,1959	0,0243	0,0144	0,0008	0,010	0,0156	10,22	623,56
C.V. (X)		27,19	26,72	112,59	28,86	25,60	25,20	18,57	22,54

Cuadro 11A. Cuadrados medios de número de agallas, porcentaje estimado de raíces agalladas y grado de infestación en plántulas de Coffea liberica cv Liberica T 1124 inoculadas con cuatro niveles de suspensiones de larvas y de raíces trituradas infestadas por Meloidogyne exigua.

Fuentes de variación	Gl	Cuadrados medios		
		Número de agallas	Porcentaje estimado de raíces agalladas	Grado de infestación
Repeticiones	3	0,108**	0,178*	1,65**
Tratamientos	7	0,071**	0,110	1,14**
Error	21	0,016	0,0045	0,29
<b>C. V. (%)</b>		<b>29,20</b>	<b>34,56</b>	<b>26,86</b>

\* Significativo al 5%

\*\* Significativo al 1%.

Cuadro 12A. Cuadrados medios de biomasa seca de plántulas de Coffea liberica cv Liberica T 1124, inoculadas con cuatro niveles de suspensiones de larvas y de raíces trituradas infestadas por Meloidogyne exigua.

Fuentes de variación	Gl	Diferencia de altura	Biomasa seca						
			Total	Raíz	Tallo	Follaje	Parte aérea	Raíz Parte aérea	Pérdida
Repeticiones	3	0,1571	0,00052	0,00049	0,00008	0,00008	0,00027	15,81	6,43
Tratamientos	8	0,1146	0,00619	0,00085	0,00051	0,00211	0,00360	21,56	135,83
Error	24	0,2133	0,01226	0,00089	0,00059	0,0039	0,00668	13,36	277,68
<b>C. V. (%)</b>		<b>28,59</b>	<b>18,08</b>	<b>28,74</b>	<b>20,88</b>	<b>15,92</b>	<b>16,00</b>	<b>18,19</b>	<b>15,51</b>

Cuadro 13A. Matriz de correlación entre el número de agallas, porcentaje estimado de raíces agalladas, grado de infestación diferencia de altura y biomasa seca de plántulas de Coffea arabica cv Catuai T 5267 inoculadas con cuatro niveles de suspensiones de larvas y de raíces trituradas infestadas por Meloidogyne exigua.

	Número de agallas	Porcentaje estimado de raíces agalladas	Grado de infestación	Diferencia de altura							
					Total	Raíz	Tallo	Follaje	Parte aérea	Raíz Parte aérea	Pérdida
Número de agallas	1,00	0,93	0,97	0,00	-0,13	-0,15	-0,04	0,15	-0,34	-0,01	0,04
porcentaje estimado de raíces agalladas		1,00	0,93	0,01	0,00	-0,02	0,07	-0,04	-0,02	-0,04	0,07
Grado de infestación			1,00	0,03	-0,06	-0,08	0,03	-0,09	-0,07	-0,07	-0,02
Diferencia de altura				1,00	0,32	0,18	0,28	0,35	0,34	-0,01	-0,34
<u>Biomasa seca</u>											
Total					1,00	0,86	0,89	0,95	0,98	0,38	-0,76
Raíz						1,00	0,81	0,69	0,75	0,77	-0,63
Tallo							1,00	0,78	0,86	0,44	-0,61
Follaje								1,00	0,99	0,13	-0,75
parte aérea									1,00	0,20	-0,75
Raíz/Parte Aérea										1,00	0,20
Pérdida											1,00

\*Tamaños de agallas no involucrados.

Cuadro 14 A. Matriz de correlación entre número de agallas, porcentaje estimado de raíces agalladas, grado de infestación, diferencia de altura y biomasa seca de plántulas de *Coffea arabica* cv Caturra T 2308 inoculadas con cuatro niveles de suspensiones de larvas y de raíces trituradas infestadas por *Meloidogyne exigua*.

Tratamiento	Número de agallas	Porcentaje estimado de raíces agalladas	Grado de infestación	Diferencia de altura	Biomasa seca						
					Total	Raíz	Tallo	Follaje	Parte aérea	Raíz Parte aérea	Pérdida total
Número de agallas	1,00	0,94	0,95	-0,40	-0,52	-0,48	-0,62	-0,38	-0,50	-0,39	0,45
Porcentaje estimado de raíces agallados		1,00	0,91	-0,38	-0,53	-0,43	-0,55	-0,43	-0,52	-0,29	0,44
Grado de infestación			1,00	-0,36	-0,55	-0,48	-0,53	-0,42	-0,53	-0,34	0,49
Diferencia de altura				1,00	0,23	0,35	0,26	0,11	0,17	0,41	-0,24
<u>Biomasa seca</u>											
Total					1,00	0,86	0,70	0,94	0,98	0,46	-0,95
Raíz						1,00	0,52	0,69	0,74	0,80	-0,82
Tallo							1,00	0,48	0,67	0,37	-0,67
Follaje								1,00	0,97	0,24	-0,89
Parte aérea									1,00	0,30	-0,93
Raíz/parte aérea										1,00	0,45
Pérdida											1,00

\* Tamaños de agallas no involucrados.

Cuadro 15A. Matriz de correlación entre número de agallas, porcentaje estimado de raíces agalladas, grado de infestación, diferencia de altura y biomasa seca de plántulas de un híbrido de *Coffea arabica* x *Coffea canephora*, Catimor T 5153 inoculadas con cuatro niveles de suspensiones de huevos y de raíces trituradas infestadas por *Meloidogyne exigua*

	Número de agallas	Porcentaje estimado de raíces agalladas	Grado de infestación	Diferencia de altura	Biomasa seca						
					total	Raíz	Tallo	Follaje	Parte aérea	Raíz Parte aérea	Pérdida
Número de agallas	1,00	0,94	0,94	-0,17	-0,31	-0,36	-0,32	-0,21	-0,28	-0,32	0,32
Porcentaje estimado de raíces agalladas		1,00	0,91	-0,09	-0,27	-0,27	-0,27	-0,21	-0,26	-0,19	0,22
Grado de infestación			1,00	-0,18	-0,28	-0,30	-0,30	-0,20	-0,26	-0,27	0,36
Diferencia de altura				1,00	0,54	0,60	0,54	0,40	0,47	0,47	-0,28
<u>Biomasa seca</u>											
Total					1,00	0,80	0,90	0,93	0,97	0,41	-0,53
Raíz						1,00	0,70	0,58	0,66	0,86	-0,41
Tallo							1,00	0,77	0,87	0,35	-0,45
Follaje								1,00	0,98	0,12	-0,51
Parte aérea									1,00	0,21	-0,52
Raíz/ parte aérea										1,00	-0,30
Pérdida											1,00

\*Tamaños de agallas no involucrados.

Cuadro 16A. Matriz de correlación entre número de agallas, porcentaje estimado de raíces agalladas, grado de infestación, diferencia de altura y biomasa seca de plántulas de un híbrido de *Coffea arabica* x *Coffea canephora*, Catimor T 8663 inoculadas con cuatro niveles de suspensiones de larvas y de raíces trituradas infestadas por *Meloidogyne exigua*.

	Número de agallas	Porcentaje estimado de raíces agalladas	Grado de infestación	Diferencia de altura	Biomasa seca						
					Total	Raíz	Tallo	Follaje	Parte aérea	Raíz Parte aérea	Pérdida total
Número de agallas	1,00	0.96	0,95	-0,20	-0,25	-0,13	-0,28	-0,16	-0,21	-0,03	0,25
Porcentaje estimado de raíces agalladas		1,00	0,93	-0,20	-0,24	-0,18	-0,20	-0,17	-0,20	-0,10	0,23
Grado de infestación			1,00	-0,17	-0,18	-0,14	-0,20	-0,07	-0,12	0,00	0,16
Diferencia de altura				1,00	0,44	0,40	0,48	0,41	0,46	-0,07	-0,34
<u>Biomasa seca</u>											
Total					1,00	0,80	0,85	0,93	0,96	0,20	-0,93
Raíz						1,00	0,70	0,60	0,66	0,52	-0,67
Tallo							1,00	0,70	0,82	0,20	-0,79
Follaje								1,00	0,96	0,25	-0,45
Parte aérea									1,00	0,05	-0,95
Raíz/ parte aérea										1,00	-0,09
Pérdida											1,00

\* Tamaños de agallas no involucrados

Cuadro 17 A. Matriz de correlación entre número de agallas, porcentaje estimado de raíces agalladas, grado de infestación, diferencia de altura y biomasa seca de plántulas de *Coffea canephora* cv Robusta T 3483 inoculadas con cuatro niveles de suspensiones de larvas y de raíces trituradas infestadas por *Meloidogyne exigua*.

Tratamiento	Número de agallas	Porcentaje estimado de raíces agalladas	Grado de infestación	Diferencia de altura	Biomasa seca						
					Total	Raíz	Tallo	Follaje	Parte aérea	Raíz/Parte aéreo	Pérdida
Número de agallas	1,00	0,89	0,87	0,12	-0,05	-0,11	-0,18	0,00	-0,05	-0,15	0,08
Porcentaje estimado de raíces agalladas		1,00	3,67	0,10	-0,05	-0,11	-0,08	-0,05	-0,06	-0,03	0,05
Grado de infestación			1,00	0,13	-0,07	-0,12	-0,24	-0,00	-0,05	-0,28	0,08
Diferencia de altura				1,00	0,40	0,07	0,32	0,37	0,38	0,38	-0,45
<u>Biomasa seca</u>											
Total					1,00	0,17	0,87	0,97	0,99	0,49	-0,97
Raíz						1,00	0,22	0,12	0,15	0,25	-0,22
Tallo							1,00	0,78	0,86	0,56	-0,89
Follaje								1,00	0,99	0,31	-0,92
Parte aérea									1,00	0,38	-0,95
Raíz/parte aérea										1,00	-0,51
Pérdida											1,00

\* Tamaño de agallas no involucradas.

Cuadro 18 A. Matriz de correlación entre número de agallas, porcentaje estimado de raíces agalladas, grado de infestación, diferencia de altura y biomasa seca de plántulas de *Coffea liberica* cv *Liberica* T 1124 inoculadas con cuatro niveles de suspensiones de larvas y de raíces trituradas infestadas por *Meloidogyne exigua*.

Tratamiento	Número de agallas	Porcentaje estimado de raíces agalladas	Grado de infestación	Diferencia de altura	Biomasa seca						
					Total	Raíz	Tallo	Follaje	Parte aérea	Raíz Parte aérea	Pérdida
Número de agallas	1,00	0,91	0,95	-0,16	-0,22	-0,27	-0,21	-0,12	-0,15	0,24	0,23
Porcentaje estimado de raíces agalladas		1,00	0,94	-0,21	-0,20	-0,23	-0,12	-0,12	-0,13	0,22	0,22
Grado de infestación			1,00	-0,25	-0,19	-0,27	-0,15	-0,08	-0,11	-0,29	0,20
Diferencia de altura				1,00	0,18	0,29	0,39	0,04	0,15	0,25	-0,17
<u>Biomasa seca</u>											
Total					1,00	0,85	0,85	0,92	0,97	0,51	-0,99
Raíz						1,00	0,72	0,66	0,73	0,88	-0,83
Tallo							1,00	0,67	0,82	0,41	-0,84
Follaje								1,00	0,97	0,25	-0,92
Raíz/parte aérea										1,00	-0,49
Pérdida											1,00

\* Tamaño de agallas no involucradas.