



Universidad Técnica de Babahoyo

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela de Ingeniería Agronómica

TESIS DE GRADO

Presentado ante el Centro de Investigación y Transferencia de Tecnología (CITTE), como requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Tema:

“DETERMINACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD DE CUARENTA MATERIALES DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) A “*Meloidogyne graminicola*”.

Autor:

Isaías Benito Reyes Peñafiel

Director(a) de tesis:

Dra. Carmen Triviño Gilces

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2013

Universidad Técnica de Babahoyo

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela de Ingeniería Agronómica

TESIS DE GRADO

Presentado ante el Centro de Investigación y Transferencia de Tecnología
(CITTE), como requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Tema:

**“DETERMINACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD DE
CUARENTA MATERIALES DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) A
“Meloidogyne graminicola””.**

Autor:

Isaías Benito Reyes Peñafiel

Director(a) de tesis:

Dra. Carmen Triviño Gilces

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2013

Universidad Técnica de Babahoyo

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela de Ingeniería Agronómica

TESIS DE GRADO

Presentado ante el Centro de Investigación y Transferencia de Tecnología (CITTE), como requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Tema:

“DETERMINACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD DE CUARENTA MATERIALES DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) A “*Meloidogyne graminicola*”.

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Agr. Vicente Gaibor Linch

PRESIDENTE

Ing. Agr. Rosa Guillén Mora

VOCAL PRINCIPAL

Ing. Agr. Eduardo Colina Navarrete

VOCAL PRINCIPAL

Los resultados obtenidos en este trabajo de investigación, conclusiones y recomendaciones son exclusivamente responsabilidad del autor.

Isaías B. Reyes P.

DEDICATORIA

La presente investigación está dedicada con inmenso e infinito amor, para todos aquellos que supieron brindarme sus más sinceros consejos y apoyo incondicional, que fueron útiles para fortalecer mi mente y cuerpo y seguir batallando en el duro vivir diario. Al final tener esa satisfacción de haber logrado tu sueño anhelado.

Gracias, mil gracias para los que confiaron en mí, y son parte de la culminación de mi formación profesional.

Isaías B. Reyes P.

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento eterno hacia Díos, por haberme dado tanto: la vida, salud y sabiduría y ponerme en mi camino personas muy buenas, que han coadyuvado culminar mis estudios superiores.

A la Universidad Técnica de Babahoyo en especial la Facultad de Ciencias Agropecuarias, por ser mi templo de estudios y por haberme dado la oportunidad de conocer a todos mis grandes profesores que, con su saber y labor engrandecen a mi Provincia y al País.

Al culminar, mi gratitud es para mí profesora: Dra. Carmen Triviño Gilces, por tener el inmenso corazón altruista y brindarme su confianza y todo su conocimiento, experiencias adquiridas en su vida profesional y puesta al servicio para el bien de mi trabajo investigativo.

Isaías B. Reyes P.

ÍNDICE GENERAL

PAG

I.	INTRODUCCIÓN	01 – 02
1.1.	Objetivos	3
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1.	El cultivo del arroz en el Ecuador	4 – 5
2.2.	<i>Meloidogyne graminicola</i>	6 – 11
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	12
3.1.	Ubicación del ensayo	12
3.2.	Características climáticas	12
3.3.	Materiales	12
3.3.1	Materiales de laboratorio	12
3.3.2	Materiales de invernadero	13
3.3.3	Material de siembra	13
3.4.	Variables en estudio	13
3.5.	Tratamientos	13 – 14
3.6.	Diseño experimental	15
3.6.1	Análisis de la varianza	15
3.6.2	Análisis funcional	15
3.7.	Manejo del experimento	15
3.7.1	Aislamiento de <i>M. graminicola</i>	15 – 16
3.7.2	Semilleros de los materiales de arroz estudiados	16
3.7.3	Trasplante de arroz	16
3.7.4	Inoculación con especímenes de <i>M. graminicola</i>	16
3.8.	Datos evaluados	17
3.8.1	Densidad poblacional de <i>M. graminicola</i> en raíces.	17
3.8.2	Índice de reproducción de <i>M. graminicola</i>	17
3.8.3	Índice de reproducción	17 – 18
IV.	RESULTADO	19
4.1.	Densidad de <i>Meloidogyne graminicola</i> en raíces	19
4.1.1	Densidad poblacional de <i>M. graminicola</i> por planta.	19
4.1.2	Densidad poblacional de <i>M. graminicola</i> en 10 g de raíces.	19 – 23
4.1.3	Densidad poblacional de <i>M. graminicola</i> en 100 cm ³ suelo.	24 – 26

4.2. Índice de reproducción de <i>M. graminicola</i> en los genotipos probados.....	27 –28
V. DISCUSIÓN	29 – 30
VI. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIÓN	31
VII. RESUMEN Y SUMMARY	32 – 33
VIII. LITERATURA CITADA	34 – 36
ANEXOS	37 – 46

I. INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa. L*) es el cultivo más extenso del Ecuador, ocupa más de la tercera parte de la superficie de productos transitorios del país, según las Direcciones Técnicas de Áreas del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP). En el año 2012 se sembró 412.496 ha, de las cuales por ataques de plagas llegó a cosecharse 381.767 ha, distribuidas el 57 % en el ciclo de la época lluviosa y el 43 % a la época seca.^{1/}

El cultivo de Arroz, está localizado principalmente en la Región Costa. En el 2012 las provincias del Guayas 58 %, Los Ríos 29, 81 % y Manabí 6,15 % sumaron el 95% de la producción nacional total cosechada, siendo los cantones Daule en la Provincia del Guayas y Babahoyo en la Provincia de Los Ríos los de mayor producción.

Las zonas arroceras del país, presentan mucha variabilidad en factores climáticos que varían desde el trópico húmedo hasta el trópico seco, con temperaturas de 20° a 30 °C, precipitaciones máximas de 2500 mm y mínimas de 500 mm por año, con humedad relativa generalmente alta. Estas zonas son fértiles y su mayor limitante es la inadecuada disponibilidad de agua, factor que en extensas zonas de secano es mínimo, sujeto a las lluvias.

El arroz, como cualquier otro cultivo de gran importancia social en la vida ecuatoriana, tiene algunos problemas en su normal desarrollo, alguno con la presencia de nemátodos fitoparásitos, que es una plaga de los agroecosistemas y se consideran que ejercen una importante influencia en su estructura y estabilidad. Estos producen daños directos e indirectos, al alimentarse de las plantas o como vectores de virus.

^{1/} Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), 2012

El nemátodo agallador de raíces en arroz, *Meloidogyne graminicola* (Golden y Berchfield, 1965), es considerado en las áreas arroceras del litoral ecuatoriano como un gran problema fitosanitario y como uno de los factores limitantes de la producción de arroz en todos los ecosistemas que se desarrolla. Este nemátodo causa hipertrofia e hiperplasia en las células corticales y al cabo de 72 horas de la infestación, forman agallas en las puntas de las raíces y en el resto del sistema radical forma engrosamiento, donde se almacenan miles de huevos y hembras del nemátodo.

En la Provincia de Los Ríos se han registrado poblaciones muy altas del nemátodo en plantaciones de arroz ubicadas en la vía Vinces – Mocache, Pueblo Viejo, Montalvo, Babahoyo. En la Provincia del Guayas, está presente en Puerto Inca, Naranjal, el Triunfo, Mariscal Sucre, Yaguachi, Taura, Samborondón, Daule, Santa Lucia, Palestina, entre otros. Por el daño directo que causa el nemátodo en las raíces, las plantas no pueden absorber los nutrimentos naturales del suelo, ni aprovechar los fertilizantes que se aplican.

Por las altas poblaciones del nemátodo, se ha recurrido principalmente al control químico con el uso de nematicidas, prácticas culturales como la rotación de cultivos y el uso de agentes biológicos controladores; no obstante, cada una de ellas ha tenido dificultades por diversas circunstancias, y la contaminación ambiental no es la de menos por los productos químicos debido a sus efectos nocivos. Hasta la actualidad todas las variedades e híbridos conocidos son muy susceptibles a *M. graminicola*, por lo que hay que investigar si en el material genético existente en el país o en el banco de germoplasma, existen cultivares con resistencia al nemátodo en estudio.

1.1. OBJETIVO GENERAL

- Disponer de materiales promisorios de arroz con resistencia al nemátodo agallador de raíces *Meloidogyne graminicola*.

1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar el grado de susceptibilidad de materiales promisorios de arroz a *M. graminicola*.
- Establecer el índice de reproducción de *M. graminicola*, en los cultivares de arroz.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. El cultivo del arroz en el Ecuador

En Ecuador, se tiene noticias del arroz desde el año 1774, en esta época se recogen datos de producción de la zona de Yaguachi, Babahoyo y Baba de 30, 100 y 200 qq/ha de arroz respectivamente. El programa de arroz del INIAP, emprendió sus trabajos de investigación con la introducción, evaluación y selección de material genético procedentes del IRRI - Filipinas y del CIAT – Colombia, y a partir de 1971 con el lanzamiento de las variedades INIAP – 2 e INIAP – 6, se marcó el inicio de la generación de variedades mejoradas en el país. El factor determinante para el desarrollo del sector arrocero del país fue, sin duda alguna, la creación del Programa de arroz del INIAP en 1969, con la cual se ha investigado y generado nueve variedades y tecnología para la producción arrocera del país, lo que ha contribuido a los cambios tecnológicos del sector y al desarrollo de este cultivo. Las variedades obtenidas, tienen características superiores y diferentes a las variedades tradicionales como: precocidad, resistencia a enfermedades, insectos plaga y alto rendimiento (Andrade, Celi y Hurtado, 2007).

El 97 % de la superficie destinada al cultivo del arroz se encuentra en la costa, el 92.8 % del área está en las Provincias del Guayas y Los Ríos distribuidos 58,72 % y 34,15 % respectivamente, del total de superficie destinada al cultivo. Las principales zonas productoras de arroz, están localizadas por debajo de los 10 msnm, en estas zonas la temperatura promedio es de 24 a 25 °C, siendo estas Daule, Santa Lucía, Yaguachi, Samborondón, Naranjal, Palestina, Simón Bolívar, Salitre en la Provincia del Guayas, y Babahoyo, Baba, Vinces y Urdaneta en la Provincia de Los Ríos (Andrade y Hurtado, 2007).

- **Zonas de secano bajo inundable.**

Estas áreas arroceras, se localizan de preferencia en los cantones de Yaguachi, Babahoyo, Urdaneta, Daule y Naranjal, Urbina Jado, Pueblo Viejo; cubren un área equivalente al 27 % del total nacional. El tamaño promedio de la explotación fluctúa entre 20 y 50 ha, en términos generales los rendimientos están por encima de las 3 Ton/ha.

- **Zonas de secano alto.**

Las superficies sembradas bajo esta modalidad, están localizadas en Balzar, Vinces, Quevedo, Baba, Ventanas, Pueblo Viejo y Rocafuerte.

- **Zonas de riego**

El área de riego, se encuentra localizada en Daule, Yaguachi, Samborondón, Naranjal, Balzar, Santa Lucia, Palestina, El Triunfo, Urdaneta, Baba y Babahoyo principalmente y cubre en la actualidad el 56 % de la zona sembrada. Incluye los proyectos de riego Babahoyo y Daule Peripa; el primero, con 11.000 ha potenciales y 6.000 ha sembradas con arroz promedio año, y el segundo, con 34.000 ha potenciales de las cuales están en producción activa unas 9.000 ha. Este último distrito, está localizado en la Cuenca Baja del río Guayas y sin duda alguna, constituye el potencial arrocero más grande de la zona andina (Celi, 2007).

- **Variedades de arroz sembradas en Ecuador**

Las variedades más sembradas son: INIAP 12, INIAP 14, INIAP 15-Boliche, INIAP 415, INIAP 16, INIAP 18, 1001, F 21, F 50, FL 09, IR 50 y Tinajones (Andrade, Celi y Hurtado, 2007).

2.2. *Meloidogyne graminicola*

- **Características**

Es un endoparásito sedentario, esto quiere decir que el nemátodo solamente se alimenta dentro de la raíz y permanece en un solo sitio. La hembra tiene forma ovoide o de pera y posee cono vulvar. Se reproduce por partenogénesis, los huevos son expulsados en una masa gelatinosa o matriz, sobre la superficie de la corteza de la raíz; posee una tasa de reproducción que oscila entre 400 a 1200 huevos, durante su ciclo de vida y de cada uno sale un nematodo juvenil (J) que es el segundo estadio (J2) que es el único que pasa parte de su vida en el suelo. Para alimentarse penetra la raíz y al inyectar enzimas, causas las agallas (Triviño, 2007).

- **Clasificación taxonómica**

Meloidogyne graminicola Golden y Birchfield, 1965, son endoparásitos sedentarios, con dimorfismo sexual bien marcado entre hembras y machos, cuya clasificación taxonómica es la siguiente: según (Wouts, 1979).

Phylum:	Nematoda
Clase:	Secernentea
Orden:	Tylenchida
Superfamilia:	Tylenchoidea
Familia:	Meloidogynidae
Subfamilia:	Meloidogyninae
Género:	<i>Meloidogyne</i>
Especie:	<i>graminicola</i>

- **Distribución geográfica**

El nemátodo agallador de raíces, *M. graminicola*, es un problema en arroz y trigo en Sudáfrica. En monitoreos efectuados en 33 campos arroceros de Sudáfrica, se encontró que todos estuvieron infestados con esta especie. También están causando pérdidas económicas en Brasil, Colombia, Filipinas, India, Indonesia, Tailandia, Bangladesh, Nepal, Pakistán, entre otros países (Pokharel *et al.*, 2004).

Los nemátodos especialmente *Meloidogyne*, son plagas importantes que se encuentran muy extendidas en los subtrópicos y trópicos (Somasehar y Prasad, 2009). *M. graminicola*, es el principal causante de la infestación más común en raíces de arroz. En la India, se ha informado que causa el 17 a 30 % de pérdida de rendimiento debido al mal llenados de granos (Jain *et al.*, 2007).

En Ecuador, *M. graminicola* se lo identificó por primera vez en el año 1987, en la hacienda “Sausalito” ubicada en el cantón Puerto Inca de la Provincia del Guayas en una plantación de arroz variedad Oryzica 1. Se hicieron monitoreos en las Provincias de Manabí, Guayas y Los Ríos y no hubo presencia en ninguna otra plantación sembrada con la gramínea. Por el año 2000 ya se había diseminado por todas las zonas arroceras de la Provincia del Guayas, y en el 2002, estaba presente en la Provincia de Los Ríos. En el Oro, las densidades poblacionales del nemátodo son bajas y en Manabí, aun no hay presencia de este problema (Triviño y Velasco, 2013).

Se considera que alrededor del mundo existen aproximadamente 120 especies de *Meloidogyne*, de las cuales seis especies se han identificado que existen en Ecuador, siendo *M. graminicola*, la que esta diseminada en los campos de arroz, tanto en plantaciones de secano como bajo riego (Triviño, 2007).

- **Síntomas**

El típico síntoma que se describe cuando hay ataque por *M. graminicola*, es la formación de pequeñas agallas en las puntas de las raíces; además, las plantas muy infestadas no desarrollan y el follaje se vuelve amarillo (Triviño, 2007). Agallas en forma de gancho en las raíces y hojas recién emergidas aparecen distorsionadas y se arrugan en los márgenes, hay retraso del crecimiento, clorosis y en plantas muy infestadas hay maduración temprana de flores (Dutta *et al.*, 2011).

- **Ciclo de vida**

En la variedad INIAP 415-Bolicho el ciclo de vida del nemátodo es de 34 días y en oryzica 1 es de 30 días a temperatura de 27 a 30 °C (Triviño, 2007). Una temperatura de 22 a 29 °C, es adecuada para la prevalencia del nemátodo (Singh *et al.*, 2003).

- **Biología**

M. graminicola, a diferencia de otras especies, está muy bien adaptado a condiciones de inundación, lo que le permite continuar multiplicándose en los tejidos del huésped, incluso cuando las raíces son profundas en el agua (De Waele y Elsen, 2007). Es un parásito dañino, tanto en tierras altas como en bajas y en arroz de aguas profundas y en suelos anegados, durante largos períodos. Puede sobrevivir en las raíces de plantas infestadas, y prefiere la humedad del suelo del 32 % (Dutta *et al.*, 2011).

- **Hospedante**

Sabir y Gaur (2005) publican que *M. graminicola* específicamente, prefiere hospederos que sean cereales. Todos los materiales comerciales de arroz, son hospedantes del nematodo; también lo son el maíz, sorgo, caña de azúcar, arroz rojo (negro) y las malezas *Echinochloa crusgalli* (moco de pavo), *Echinochloa colonum* (paja de patillo), *Sorghum bicolor* (Sorgo), *Eleusine indica* (Pata de gallina), *Avena sativa*, *Brachiaria mutica* (Paja Pará) (Triviño, 2007).

Se sabe poco sobre los mecanismos moleculares que hacen que una planta en particular, sea hospedero o no hospedero de especies de nemátodos parásitos. Algunas plantas, no huéspedes reaccionan a la invasión de nemátodos con la repuesta de hipersensibilidad, activada posiblemente por la presencia de un gen de resistencia; pero, en otras plantas de pre-formación de metabolitos nematocidas, tales como alcaloides, compuesto fenólicos, así como fitoalexinas, producidas en respuesta a la invasión parecen desempeñar un papel en el rechazo del nemátodo. Las plantas no huéspedes pueden carecer de los genes de susceptibilidad necesarios para la producción y mantenimiento de sitio de alimentación. Desarrollo de estudios fundamentales para entender lo que hace que una planta no sea un hospedante, podría contribuir al desarrollo de nuevas estrategias para el control de nemátodos parásitos de las plantas basado en la interrupción de la conducta del nemátodos o el ajuste de la respuesta del hospedante (Dutta *et al.*, 2011).

- **Daños**

Soriano *et al.*, (2000), en simulaciones de arroz inundado con riego intermitente, las pérdidas en la producción por *M. graminicola*, encontró que oscila entre un 11 a 73 %. También reporta que en Pakistán, las variedades susceptibles de trigo y arroz entre el inicio y un año después presentaron un alto índice de severidad de agallamiento en las raíces que según una escala califica de 0 a 10 estuvieron en grado de 4,6 a 7,8 y de 6,2 a 8,2 en arroz respectivamente. (Pokharel *et al.*, (2004).

De Waele y Elsen, (2007), menciona que los sistema de ahorro de agua para la producción de arroz, tales como la siembra directa húmeda, riego intermitente, el cultivo

en canteros, y el cultivo de las variedades de arroz aeróbicas, se están desarrollando y cada vez más implementadas. Sin embargo, las observaciones indican cada vez más que la introducción a gran escala de estas técnicas están favoreciendo al desarrollo de altas poblaciones de *M. graminicola*, aumentando drásticamente su importancia económica. El nemátodo agallador de raíces, *M. graminicola* es considerado uno de los factores limitantes en la producción de arroz en todos los ecosistemas, donde se desarrolla el arroz. En arroz de secano, hay una reducción estimada de 2,6 % en el rendimiento de grano por cada 1000 nemátodos. En arroz bajo riego, el daño se produce en viveros antes del trasplante o antes de la inundación en el caso de la siembra directa. Los experimentos han demostrado que 4000 J2 por planta pueden causar la destrucción de hasta el 72 % de las plantas de arroz. Reducción estadísticamente significativa de peso de la planta se registró en el nivel del inóculo de 2000 J2/ kg suelo (Kanwar *et al.*, 2008).

- **Diseminación**

Este y otros nemátodos se diseminan a través del suelo que queda adherido en el tractor, arado, restra, cosechadora, después de haber operado en un campo infestado; también se diseminan mediante la siembra de plantas infestadas en los semilleros y a través del agua de riego, ya que *M. graminicola* puede vivir en suelos saturados de humedad (Triviño, 2007).

- **Control**

Soriano *et al.*, (2000) dice que las opciones para el control de *M. graminicola* son todavía limitados. Solo inundación continua parece ser eficaz, a pesar de las pérdidas de rendimiento pueden ser minimizados cuando el cultivo de arroz se inunda temprano y manteniendo inundado hasta una etapa tardía del desarrollo. En tierras bajas con arroz de secano infestado con *M. graminicola*, la aplicación de nematicida resultó en un aumento en el rendimiento de 16 a 20 % en Bangladesh (Padgham *et al.*, 2004). Los agentes de control biológicos como *Trichoderma harzianum*, *T. virens*, *Catenaria anguillulae*, han mostrado resultados prometedores en control del *M. graminicola* (Singh *et al.*, 2007).

Las prácticas culturales, como la preparación del suelo con algunos días de anticipación a la siembra, permite que un gran número de juveniles y huevos del nemátodo se deshidraten y mueran al estar expuesto al sol. Limpiar el suelo que queda adherido en las llantas del tractor, arado, rastra, cosechadora y otros equipos agrícolas, inmediatamente después de concluir la labor. Efectuar un oportuno control de malezas gramíneas. La paja de patillo, moco de pavo y el arroz rojo son hospederos de este nemátodo. La siembra a trasplante permite un excelente manejo del arroz rojo y como resultado se reduce la cantidad del nemátodo en el suelo. Y no sembrar maíz o sorgo en campos arroceros infestados con *M. graminicola*. Lo más aconsejable, es rotar durante dos o más ciclos continuos con plantas resistente al nemátodo como soya, fréjol, tomate, pimiento, melón, sandía, ajonjolí, marigol, entre otras (Triviño, 2007).

En el control biológico, se puede aprovechar las esporas naturales de *Pasteuria penetrans* para reducir los niveles poblacionales del nemátodo, se puede extraer raíces del campo con antecedentes de estar presente la bacteria, secarlas al sol, cortarlas en pedazos más pequeños e incorporarlas en los parches problemas, o los semilleros, esta tecnología la desarrolló INIAP para el control de *Meloidogyne* spp en hortalizas (Triviño, 2007).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del ensayo.

El presente trabajo, se realizó en el invernadero de la sección de Nematología de la Estación Experimental del Litoral Sur "Dr. Enrique Ampuero Pareja" del Instituto Nacional Autónomo de Investigación Agropecuarias (INIAP), ubicada en la parroquia Virgen de Fátima, Vía Duran- Tambo, en el cantón Yaguachi; Provincia del Guayas, a 17 m.s.n.m. con coordenadas geográficas 02°15' 15" de latitud sur y 79° 49' de latitud oeste.^{1/}

3.2. Características climáticas

Zona de vida:	Bosque seco pre montano tropical.
Promedio de temperatura:	24,6 °C
Humedad relativa:	83 %
Precipitación anual:	1.398 mm.

3.3. Materiales

3.3.1. Materiales de laboratorio.

Se utilizó microscopio invertido y compuesto; tamices de bronce N^o 60, 100, y 500, agitador de muestra líquida, licuadora común, pipetas y pissetas, cajas Petri, vasos graduados de vidrio y de plásticos, cámaras contadoras de nemátodos, contador – chequeador, bandejas plásticas, platos de aluminio, papel facial.

^{1/} Fuente: Estación Experimental Litoral del Sur (INIAP), 2012

3.3.2. Materiales de invernadero

Se usó maceteros plásticos de 3 litros de capacidad para llenar las fundas para que tenga una uniformidad en su llenado, suelo esterilizado, etiqueta, marcador permanente, fundas plásticas de (23 x 40 cm) sin perforación.

3.3.3. Material de siembra

El material genético que se estudió, se obtuvo del Banco de Germoplasma del Programa de arroz de la Estación Experimental del Litoral Sur del INIAP, los mismos que se mencionaron en los tratamientos.

3.4. Variables en estudio

- Variable dependiente: Variedades y líneas promisorias de arroz
- Variable independiente: Nemátodo *Meloidogyne graminicola*.

3.5. Tratamientos

Los tratamientos que se estudiaron, fueron 40 materiales de arroz (35 líneas promisorias y 5 variedades), que se mencionan a continuación.

1.	GO-00102
2.	GO-00119
3.	GO-00198
4.	GO-00201
5.	GO-00216
6.	GO-00226
7.	GO-00227
8.	GO-00344
9.	GO-00509
10.	GO-00510
11.	GO-00592
12.	GO-00606
13.	GO-00623
14.	GO-00683
15.	GO-00684
16.	GO-00687
17.	GO-00715
18.	GO-00722
19.	GO-00748
20.	GO-00845
21.	GO-00864
22.	GO-00926
23.	GO-01008
24.	GO-01049
25.	GO-01050
26.	GO-01164
27.	GO-37647
28.	GO-39085
29.	GO-39590
30.	GO-39591
31.	GO-39815
32.	GO-39839
33.	GO-559
34.	LIN-250
35.	LIN-257
36.	FL-01
37.	FL-02
38.	FL-09
39.	Tinajones
40.	INIAP-15

3.6. Diseño experimental

Los tratamientos (cultivares), estuvieron distribuidos cerca al invernadero, en un diseño Completamente al Azar, con cinco repeticiones para cada cultivar.

3.6.1. Análisis de la varianza (ANDEVA)

Fuente de variación	GL
Tratamiento	39
Error	160
Total	199

3.6.2. Análisis funcional

Las medias de las densidades poblacionales de *Meloidogyne graminicola*, obtenidas en raíces y suelos de los cultivares de arroz inoculados, se compararon con la prueba del Rango Múltiple de Duncan al 5 % de probabilidad.

3.7. Manejo del experimento

3.7.1. Aislamiento de *M. graminicola*

De una plantación infestada con *M. graminicola* de la zona del Triunfo, se recolectó muestra de raíces que se llevaron al laboratorio y con la ayuda de un estereomicroscopio, se extrajo las masas de huevos del nemátodo, éstas se colocaron en cajas Petri con agua y después de tres día de incubación, se colectó la solución agua – nemátodos juveniles del segundo estadio (J2), para inocular plantas sanas con suelos esterilizado, se la mantuvo en condiciones de invernadero por el tiempo de 50 días, transcurrido el tiempo necesario para la reproducción, se retiró las plantas infestada; se cogió las raíces y se las lavó, cortó y se pesó 10 gramos de raíz picada varias veces, se licuaron por dos tiempos de 5 segundos cada uno y un segundo de reposo porque era para

inóculo, esa misma muestra se la dejó un minuto en el tamiz de 60 e igual manera en el tamiz de 100 y en el tamiz de 500 se recogió la muestra solución – nemátodos y se enrazó a 100 mL. De esta muestra se extrajo alícuotas de 1 cc y se contaron los nemátodos con el estereomicroscopio, y por cálculo matemático, se obtuvo el volumen necesario para inocular 2500 (J2) por planta para los materiales que se estudiaron.

3.7.2. Semilleros de los materiales de arroz estudiados

Cada uno de los materiales de arroz investigado se sembró en bandejas con suelo esterilizado en un horno eléctrico y tratado con fungicida donde se colocaron 15 semillas.

3.7.3. Trasplante de arroz

A los 15 días de germinación con aproximadamente 15 cm de altura, las plántulas se trasplantaron en las fundas plásticas sin perforación (23 x 40 cm), llenadas con suelo solarizado, y se mantuvieron en un espacio tipo vivero hasta la evaluación final.

3.7.4. Inoculación con especímenes de *M. graminicola*

A los ocho días del trasplante, se colocó el inóculo alrededor de las raíces. Para el efecto, se apartó el suelo superficial alrededor del sistema radical de cada planta y se colocaron 10 mL de agua conteniendo los 2500 J2 del nemátodo (inóculo) e inmediatamente se taparon las raíces. Durante los primeros 15 días después de la inoculación, las plantas se las mantuvo con humedad adecuada para que los nemátodos no se mueran por secamiento, no se regó con mucha agua, para evitar pérdidas de nemátodos por infiltración.

3.8. Datos evaluados

A los 50 días después de la inoculación, se efectuó las siguientes evaluaciones:

- Índices de reproducción de *M. graminicola*.
- Densidad poblacional de *M. graminicola* en raíces.
- Densidad poblacional de *M. graminicola* en el suelo.

3.8.1. Densidad poblacional de *M. graminicola* en raíces.

A los 50 días después de la inoculación, se extrajo las raíces de las fundas de cada planta de arroz. Se lavaron y cortaron en la intersección tallo - raíz; luego, se pesó la raíz total, después se procedió a cortar en pedazos de 1 cm, se homogenizaron y se pesó 10 gramos de cada planta. Se licuó los 10 gramos durante dos tiempos de 10 segundos cada uno, y un reposo de 5 segundos en una licuadora utilizando la primera velocidad. El licuado se vertió sobre tres tamices de N° 60, 100, 500, colocando de arriba hacia abajo, el primero y segundo tamiz, se lavó con ducha cada uno por un minuto y el sedimento con los nematodos en el tamiz 500 se recogió en un vaso graduado de vidrio y se aforó en 100 mL, se homogenizó la muestra con la bomba de aire, se extrajo alícuotas de 2 mL y se colocó en cámaras contadoras para evaluar el número de nemátodos.

3.8.2. Índice de reproducción de *M. graminicola*

El índice de reproducción del nemátodo, se determinó aplicando la formula internacional, para lo cual se dividió la población final (pf) entre la población inicial o nivel de nemátodos inoculados por planta (pi), $IR = pf/pi$.

La resistencia y/o susceptibilidad de los materiales de arroz se determinó con los resultados del IR de la siguiente manera: $pf/pi =$ menor a uno el material es resistente, $pf/pi =$ uno el material es susceptible.

3.8.3. Densidad poblacional de *M. graminicola* en el suelo.

De la rizósfera de cada planta, se extrajo aproximadamente 200 cc de suelo y de éste se cogió 100 cm³ y se colocó en un juego de platos de aluminio, que soporta una malla fina plástica y papel facial, se adicionó agua común y se dejó la muestra en incubación por tres días. Transcurrido ese tiempo, se eliminó el suelo y se colectó el contenido agua - nemátodos, en un vaso graduado de plástico. Se eliminó el agua

excedente, haciéndola pasar por el tamiz 500 y se recogió el sedimento y enrazó a 100 mL, se homogenizó la muestra con una bomba de aire, se extrajo alícuotas de 4 mL y se colocaron en cámaras contadoras para evaluar el número de nemátodos.

IV. RESULTADO

4.1. Susceptibilidad de cultivares de arroz a *Meloidogyne graminicola*.

4.1.1. Densidad de *M. graminicola* en raíces.

4.1.1.1. Densidad poblacional de *M. graminicola* por planta.

En el Cuadro 1, se encuentran los valores promedios de la densidad poblacional de *M. graminicola* por planta. Una vez realizado el análisis de significancia estadística se determinó, que existió alta significancia para los tratamientos, con un coeficiente de variación de 3.8 %.

Los materiales que tuvieron mayor promedio en densidad poblacional, fueron GO-39590 con 153647 juveniles del segundo estadio J2/planta, mismo que fue igual estadísticamente a los materiales, LIN-257 con 127724 J2/planta, GO-37647 con 95706 J2/planta y GO-39591 con 93190 J2/planta, en orden descendente (Figura 1). El promedio más bajo se evidenció en GO-00715 con 10746 J2/planta (Figura 2).

4.1.2. Densidad poblacional de *M. graminicola* en 10 g de raíces.

Considerando en todos los materiales la densidad poblacional del nemátodo en 10 gramos de raíces; con la finalidad de estandarizar el mismo peso (10 g) se encontró que hay diferencia estadística entre los materiales probados con un coeficiente de variación de 3.7 % (Cuadro 2).

En los 40 genotipo estudiados, el que presentó mayor promedio fue GO-39590 con 21590 J2/10 g raíces, siendo igual estadísticamente al material LIN-257 con 18750 J2/10g raíces (Figura 3). El promedio más bajo se observó en el genotipo GO-00715 con 1070 J2/10 g raíces (Figura 4).

Cuadro 1. Valores promedios de la densidad poblacional de *M. graminicola* por planta a los 50 días después de la inoculación dirigida. UTB, 2013.

Nº	Cultivares	<i>Meloidogyne graminicola</i> (J2)/planta	Reacción
1.	GO-00102	30118 fgijk	AS
2.	GO-00119	49062 defgh	AS
3.	GO-00198	57738 cdef	AS
4.	GO-00201	39421 defghi	AS
5.	GO-00216	61115 cde	AS
6.	GO-00226	33031 fghijk	AS
7.	GO-00227	68308 bcd	AS
8.	GO-00344	42936 defgh	AS
9.	GO-00509	15212 mno	AS
10.	GO-00510	29873 ghijkl	AS
11.	GO-00592	54847 defg	AS
12.	GO-00606	21188 jklmn	AS
13.	GO-00623	48540 defg	AS
14.	GO-00683	20664 klmn	AS
15.	GO-00684	13748 mno	AS
16.	GO-00687	51900 defg	AS
17.	GO-00715	10746 o	AS
18.	GO-00722	12741 no	AS
19.	GO-00748	15616 mno	AS
20.	GO-00845	44000 defg	AS
21.	GO-00864	57506 defg	AS
22.	GO-00926	47098 defg	AS
23.	GO-01008	24855 hijklm	AS
24.	GO-01049	22885 ijklmn	AS
25.	GO-01050	17683 klmno	AS
26.	GO-01164	68039 bcd	AS
27.	GO-37647	95706 abc	AS
28.	GO-39085	36185 efghij	AS
29.	GO-39590	153647 a	AS
30.	GO-39591	93190 abc	AS
31.	GO-39815	32603 fghijk	AS
32.	GO-39839	16285 mno	AS
33.	GO-559	50832 defg	AS
34.	LIN-250	39953 defghi	AS
35.	LIN-257	127724 ab	AS
36.	FL-01	53851 defg	AS
37.	FL-02	16782 mno	AS
38.	FL-09	54034 defgh	AS
39.	Tinajones	17300 lmno	AS
40.	INIAP-15	39592 efghij	AS
Promedio		44933	
CV (%)		3,8 %	
Significancia estadísticas		**	

AS= Altamente susceptibles.

Medias con una misma letra no difieren estadísticamente entre sí de acuerdo a la prueba de Rango Múltiplo de Duncan al 5 % de probabilidad.

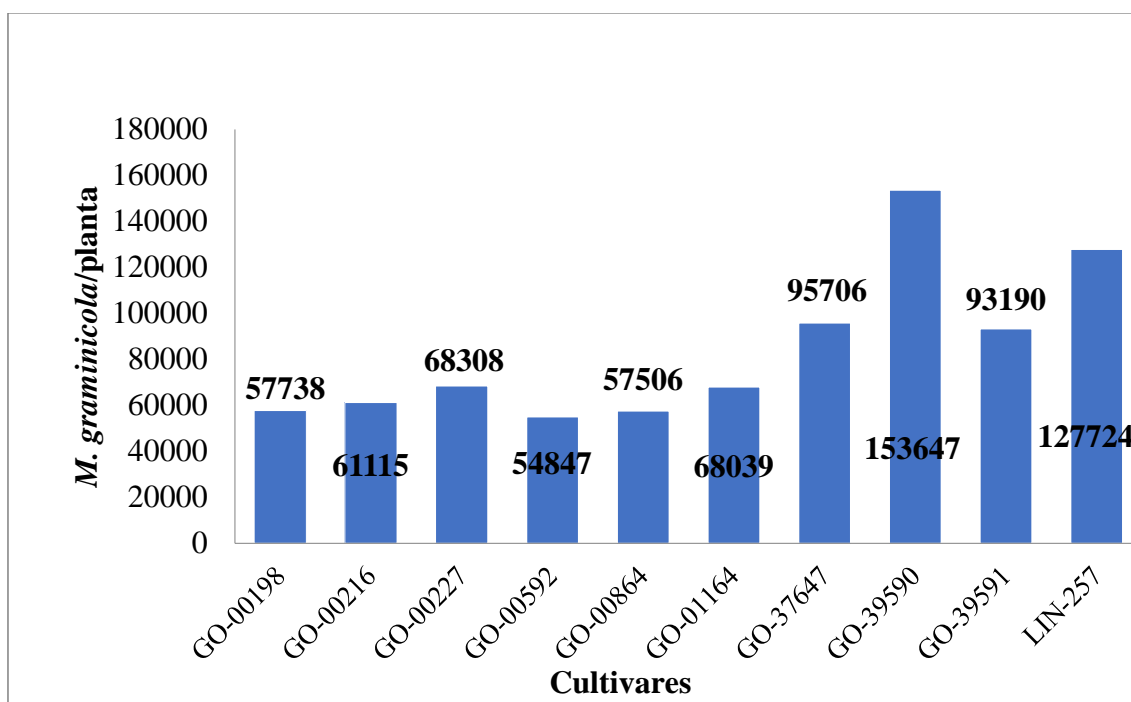


Figura 1. Cultivares de arroz con los mayores niveles poblacionales de *M. graminicola* en raíces por planta. UTB, 2013.

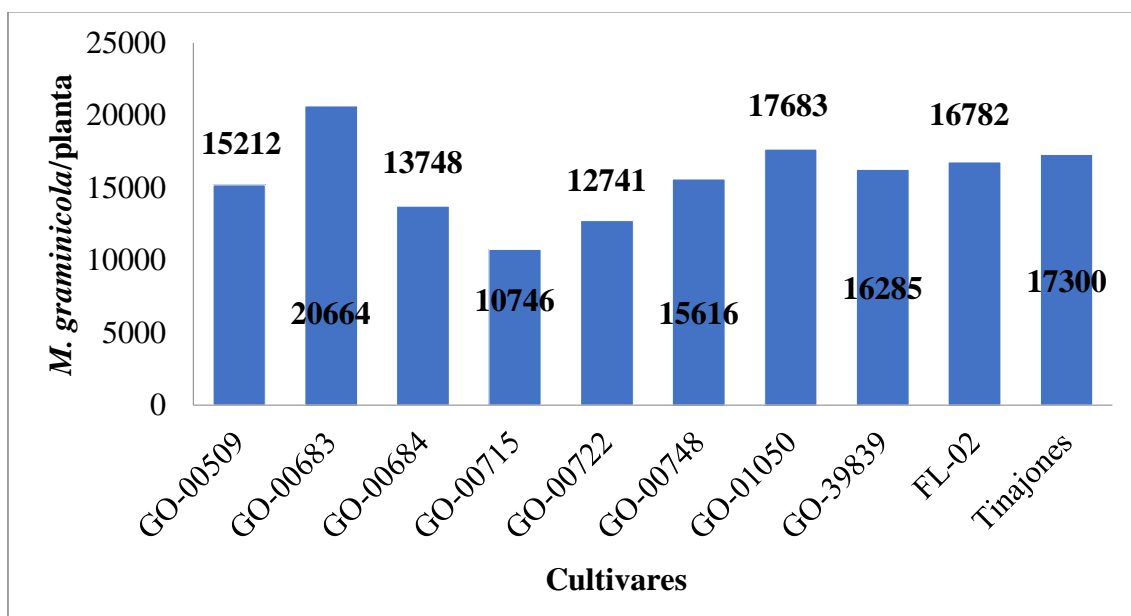


Figura 2. Cultivares de arroz con los menores niveles poblacionales de *M. graminicola* en raíces por planta. UTB, 2013.

Cuadro 2. Valores promedios de la densidad poblacional de *M. graminicola* en 10 g raíces por planta, a los 50 días después de la inoculación dirigida. UTB, 2013.

N°	Cultivares	<i>M. graminicola</i> /10 g de raíces
1.	GO-00102	4230 ghi
2.	GO-00119	7940 cde
3.	GO-00198	5370 cdefghi
4.	GO-00201	4910 efghi
5.	GO-00216	7050 cdef
6.	GO-00226	2760 jk
7.	GO-00227	7360 cde
8.	GO-00344	6110 cdefgh
9.	GO-00509	2680 jk
10.	GO-00510	2720 jk
11.	GO-00592	6670 cdefg
12.	GO-00606	2160 kl
13.	GO-00623	4510 fghi
14.	GO-00683	1990 klm
15.	GO-00684	1350 mn
16.	GO-00687	5130 cdefghi
17.	GO-00715	1070 n
18.	GO-00722	1530 lmn
19.	GO-00748	2550 jk
20.	GO-00845	6500 cdefg
21.	GO-00864	6360 cdefgh
22.	GO-00926	4910 defghi
23.	GO-01008	3930 hij
24.	GO-01049	4860 efghi
25.	GO-01050	4640 fghi
26.	GO-01164	7550 cde
27.	GO-37647	7781 cd
28.	GO-39085	4700 fghi
29.	GO-39590	21590 a
30.	GO-39591	13630 b
31.	GO-39815	3720 ij
32.	GO-39839	1810 klm
33.	GO-559	6460 cdefgh
34.	LIN-250	5150 cdefghi
35.	LIN-257	18750 a
36.	FL-01	8730 c
37.	FL-02	5380 cdefghi
38.	FL-09	7440 cdefg
39.	Tinajones	4260 ghi
40.	INIAP-15	9180 cde
Promedio		5886
CV (%)		3,7 %
Significancia estadísticas		**

Medias con una misma letra no difieren estadísticamente entre sí de acuerdo a la prueba de Rango Múltiple de Duncan al 5 % de probabilidad.

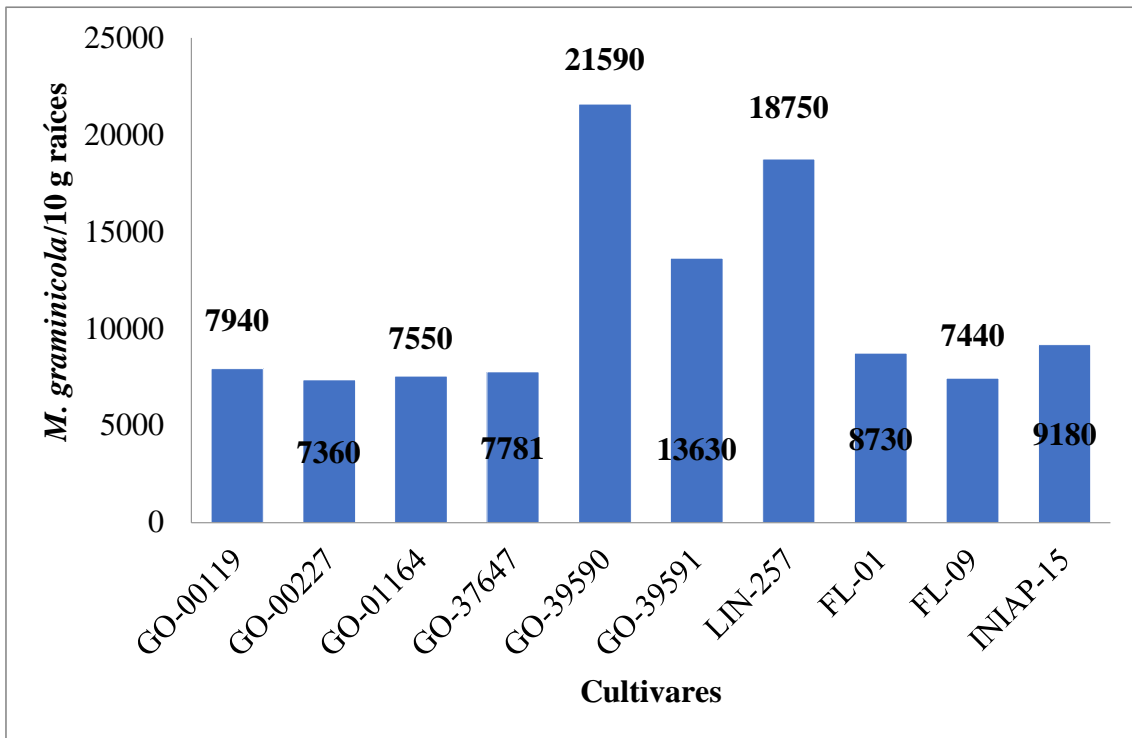


Figura 3. Cultivares de arroz con los mayores niveles poblacionales de *M. graminicola* en 10 g raíces. UTB, 2013.

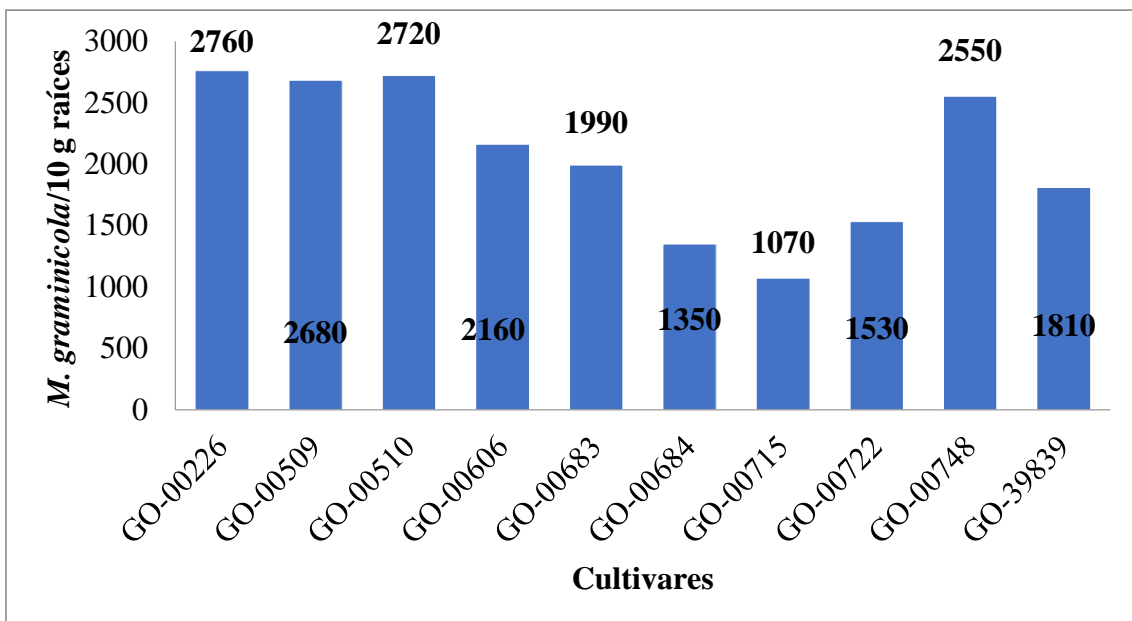


Figura 4. Cultivares de arroz con los menores niveles poblacionales de *M. graminicola* en 10 g raíces. UTB, 2013.

4.1.3. Densidad poblacional de *M. graminicola* en 100 cm³ suelo.

La densidad poblacional de *M. graminicola* en suelo se presenta en el Cuadro 3, el análisis de la varianza presento significancia estadística para los tratamiento, siendo el coeficiente de variación 33.9 %.

El genotipo constituido por la línea LIN-257 expreso la mayor tasa de población del nemátodo con un promedio de 2345 J2/100 cm³ suelo, siendo igual estadísticamente al material FL-01 con 2270 J2/100 cm³ suelo (Figura 5).

Se presentó el menor promedio en los genotipos GO-00216, GO-00227, GO-37647 con 40, 45, 45 J2/ cm³ suelo respectivamente, siendo igual estadísticamente (Figura 6).

4.2.1. Índice de reproducción de *M. graminicola* en los genotipos probados.

Los valores del índice de reproducción (pf/pi) de *M. graminicola* se exponen en el Cuadro 4, el genotipo que tuvo el mayor índice de reproducción fue GO-39590 con 62 veces superior a la población inicial (2500 J2/planta), Figura 7.

Al finalizar el trabajo el genotipo que tuvo el menor índice de reproducción fue GO-00715 con cuatro veces superior a la población inicial, Figura 8.

Cuadro 3. Valores promedios de la densidad poblacional de *M. graminicola* en 100 cm³ suelo a los 50 días después de la inoculación dirigida. UTB, 2013.

N°	Cultivares	<i>M. graminicola</i> en 100 cm ³ suelo
1.	GO-00102	70 ijk
2.	GO-00119	95 ghijk
3.	GO-00198	70 ijk
4.	GO-00201	90 ghijk
5.	GO-00216	40 k
6.	GO-00226	60 jk
7.	GO-00227	45 k
8.	GO-00344	155 ghijk
9.	GO-00509	165 ghijk
10.	GO-00510	145 ghijk
11.	GO-00592	75 hijk
12.	GO-00606	300 defg
13.	GO-00623	1275 b
14.	GO-00683	80 hijk
15.	GO-00684	80 hijk
16.	GO-00687	125 ghijk
17.	GO-00715	100 ghijk
18.	GO-00722	100 ghijk
19.	GO-00748	140 ghijk
20.	GO-00845	65 ijk
21.	GO-00864	480 cdef
22.	GO-00926	90 ghijk
23.	GO-01008	300 defghi
24.	GO-01049	260 efghij
25.	GO-01050	185 ghijk
26.	GO-01164	260 efghij
27.	GO-37647	45 k
28.	GO-39085	305 defg
29.	GO-39590	825 bc
30.	GO-39591	150 ghijk
31.	GO-39815	605 cd
32.	GO-39839	270 defghi
33.	GO-559	530 cde
34.	LIN-250	230 fghijk
35.	LIN-257	2345 a
36.	FL-01	2270 a
37.	FL-02	230 efghij
38.	FL-09	730 bc
39.	Tinajones	290 defgh
40.	INIAP-15	795 bc
Promedio		362
CV (%)		33,9
Significancia estadísticas		**

Medias con una misma letra no difieren estadísticamente entre sí de acuerdo a la prueba de Rango Múltiple de Duncan al 5 % de probabilidad.

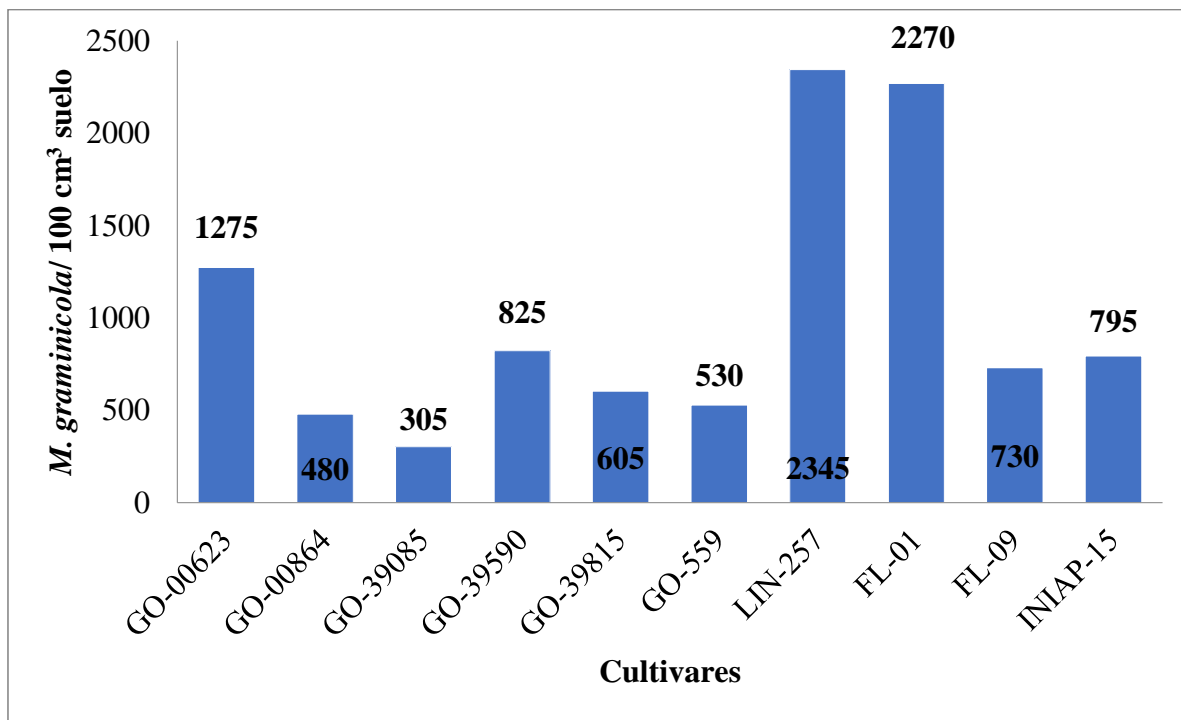


Figura 5. Cultivares de arroz con los mayores niveles poblacionales de *M. graminicola* en 100 cm³ suelo. UTB, 2013.

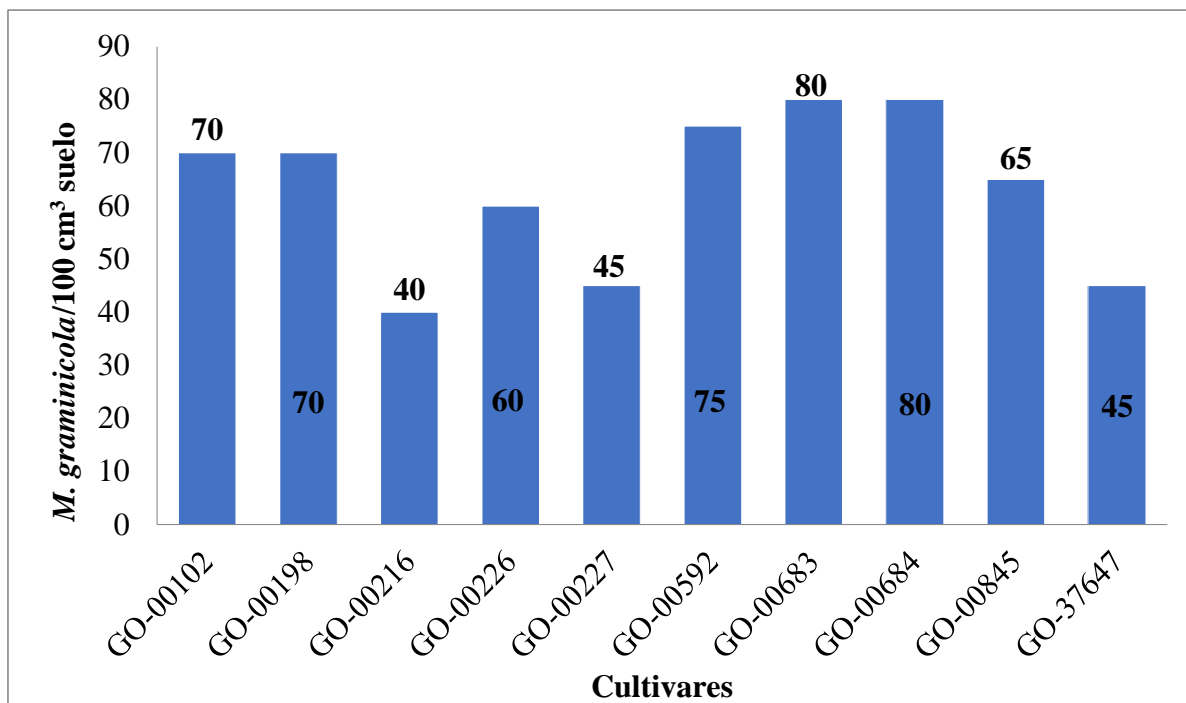


Figura 6. Cultivares de arroz con los menores niveles poblacionales de *M. graminicola* en 100 cm³ suelo. UTB, 2013.

4.2. Determinación del índice de reproducción de *M. graminicola* en cultivares de arroz.

Cuadro 4. Índice de reproducción de *M. graminicola* en 40 materiales de arroz. UTB, 2013.

Nº	Cultivares	Índice de Reproducción (IR = pf / pi)
1.	GO-00102	12
2.	GO-00119	20
3.	GO-00198	23
4.	GO-00201	16
5.	GO-00216	25
6.	GO-00226	13
7.	GO-00227	27
8.	GO-00344	17
9.	GO-00509	6
10.	GO-00510	12
11.	GO-00592	22
12.	GO-00606	9
13.	GO-00623	19
14.	GO-00683	8
15.	GO-00684	6
16.	GO-00687	21
17.	GO-00715	4
18.	GO-00722	5
19.	GO-00748	6

20.	GO-00845	18
21.	GO-00864	23
22.	GO-00926	19
23.	GO-01008	10
24.	GO-01049	9
25.	GO-01050	7
26.	GO-01164	27
27.	GO-37647	38
28.	GO-39085	15
29.	GO-39590	62
30.	GO-39591	37
31.	GO-39815	13
32.	GO-39839	7
33.	GO-559	20
34.	LIN-250	16
35.	LIN-257	51
36.	FL-01	22
37.	FL-02	7
38.	FL-09	22
39.	Tinajones	7
40.	INIAP-15	16
Promedio		18

IR, Índice de reproducción; pf, población final; pi, población inicial (2500 J2/planta).

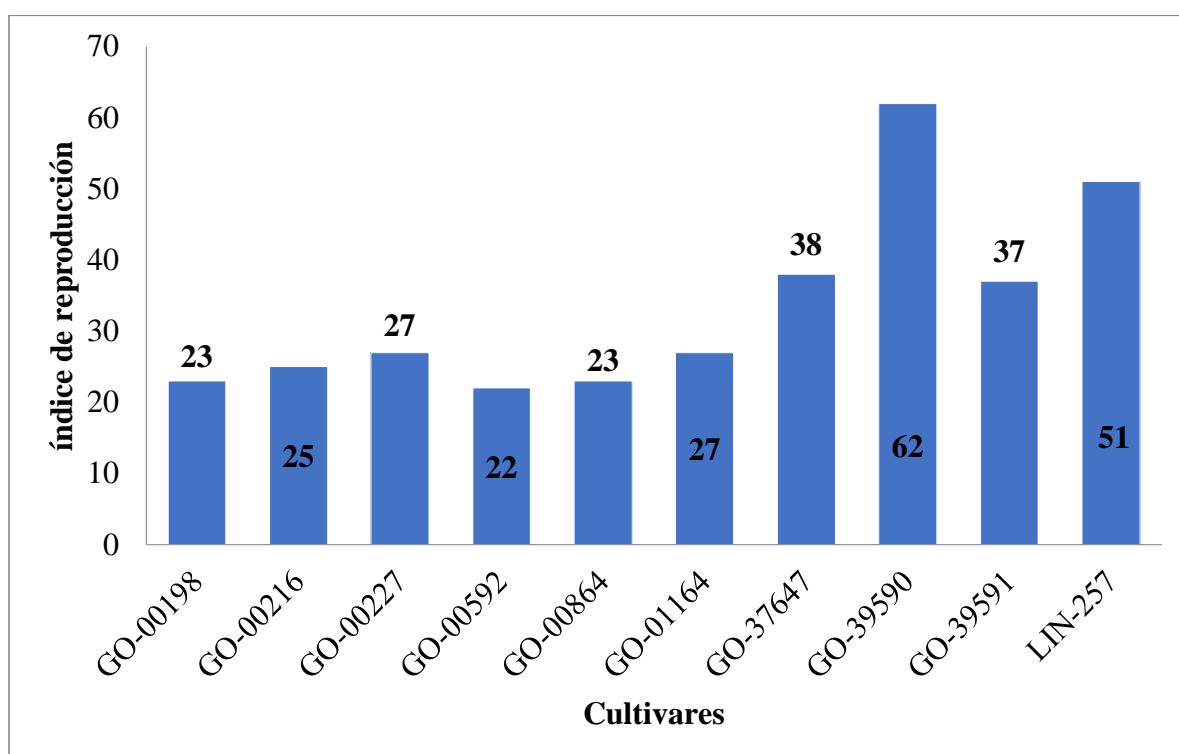


Figura 7. Cultivares de arroz con los mayores índices de reproducción de *M. graminicola*.

UTB, 2013.

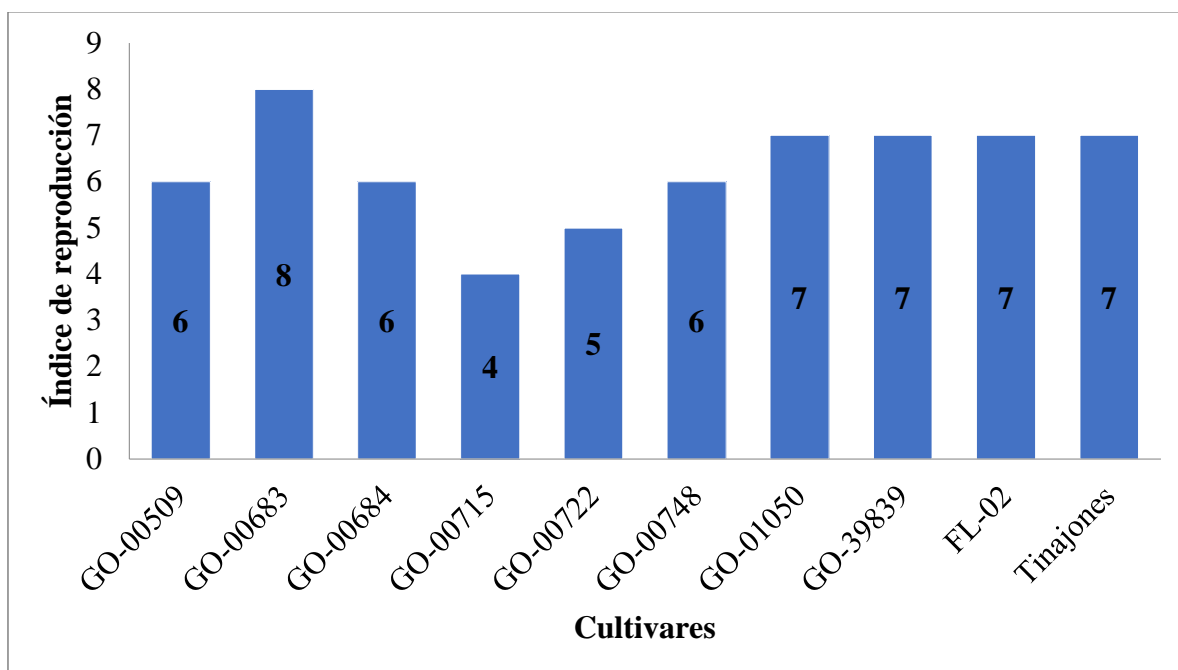


Figura 8. Cultivares de arroz con los menores índices de reproducción de *M.graminicola*. UTB, 2013.

V. DISCUSIÓN

El arroz es el cultivo de producto transitorio más extenso del país, y en su normal desarrollo se enfrenta a muchas vicisitudes bióticas y abióticas; tal es el caso que en la actualidad se ve y se siente de la presencia de una plaga muy silenciosa que para los cultivadores ecuatorianos pasa desapercibida pero que dándole la oportunidad que se reproduzca y se desarrolle incide mucho en el enanismo y en los bajos rendimiento del cultivo, como es el caso de los nemátodos fitoparásitos en especial el agallador de raíces, *M. graminicola*. Esta misma apreciación la tiene Kanwar *et al.* (2008), al exponer que este nemátodo, es considerado uno de los factores limitantes en la producción de arroz en todos los ecosistema donde se desarrolla el cultivo.

En este seguimiento realizado con cultivares de arroz, con inoculación controlada de *M. graminicola* (J2) en macetas, se evidenció perfectamente el impacto dañino, que causa la presencia de las altas densidades poblacionales del nemátodos.

Las densidades poblacionales altas de *M. graminicola*, tienen una gran influencia en la planta una vez que se haya hospedado en la raíz, aduciendo que todos los materiales de arroz son susceptible y como características propia del nemátodo, al tener los cereales como su hospedero favorito para alimentarse y reproducirse, ésta se ve afectada en sus células radicales al ser modificadas, en su forma y tamaño provocada por sustancias enzimáticas propia del nemátodo, perjudicando la circulación de los nutrimentos para cumplir su desarrollo normal y formar su estructura y estabilidad. Esto, concuerda con Sabir y Gaur. (2005), al expresar que *M. graminicola* específicamente prefiere hospederos que sean gramíneas.

Las densidades poblacionales de *M. graminicola*, determinadas al final de la evaluación de este trabajo, son calificadas altas. La población inicial media del nemátodo, por maceta fue de 2500 J2, y el material que registró la población media más alta al final fue GO-39590 (21590 J2/10 g raíces), mientras que el genotipo GO-00715 (1070 J2/10 g raíces) registró la media más baja.

Esto quiere decir que el que tuvo su media más alta se multiplicó 62 veces, mientras que el que tuvo la media más bajo, se multiplico 4 veces; al respecto Kanwar *et al.* (2008), exponen que en arroz de secano, hay una reducción estimada de 2,6 % en el rendimiento de grano por cada 1000 nemátodos. Los experimentos, han demostrado que 4000 J2 por planta pueden causar la destrucción de hasta el 72 % de las plantas de arroz.

VI. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIÓN

En afinidad, con los resultados obtenidos en el seguimiento realizado a los cultivares de arroz, se concluye lo siguiente:

Conclusión:

- Los 40 genotipo de arroz facilitados del banco de germoplasma del Programa de arroz del INIAP, son muy susceptibles a *Meloidogyne graminicola*.
- En los materiales probados se evidenció que el cultivar GO-00715 presentó menor tasa de población de nemátodo en 10 gramos de raíces.
- En índice de reproducción, el mayor número de veces que se multiplicó el nemátodo fue 62 veces en GO-39590 y el menor 4 veces en GO-00715.

Recomendación:

- Realizar un seguimiento más simplificado, con los 10 genotipos que obtuvieron la tasa de reproducción más baja para reafirmar lo expuesto.

VII. RESUMEN

Meloidogyne graminicola es el principal causante de la infestación más común en raíces de arroz. En Ecuador, se lo identificó por primera vez a este nemátodo en el año 1987, y en la actualidad está presente y se ha extendido en las dos zonas más arroceras del país.

Conociendo la importancia del cultivo en nuestro país se realizó esta investigación para determinar el grado de susceptibilidad de 40 materiales de arroz con inoculación dirigida, con el objetivo de disponer de genotipos promisorios de arroz con resistencia al nemátodo agallador de raíces debido que todos los materiales comerciales son susceptibles a *M. graminicola*.

Esta investigación, se la realizó en el invernadero de la sección de Nematología de la Estación Experimental del Litoral Sur, del Instituto Nacional Autónomo de

Investigación Agropecuarias (INIAP), ubicada en la parroquia Virgen de Fátima, Vía Durán- Tambo, en el cantón Yaguachi, Provincia del Guayas.

A los ocho días de trasplantado las plántulas de arroz, se colocaron 2500 J2 alrededor del sistema radical de cada planta e inmediatamente se taparon las raíces. Los tratamientos fueron 40 (Materiales de arroz) y estuvieron distribuidos en un Diseño Completamente al Azar, con cinco repeticiones compuestas cada una de una funda de 23x40 cm sin perforación, donde se colocó una planta.

A los 50 días después de la inoculación se evaluó el índice de reproducción, densidad poblacional en raíz total, en 10 g y en 100 cm³ suelo. Los resultados determinaron que poblaciones iniciales de 2500 J2 de *M. graminicola* en cada tratamiento como media general, se incrementaron a los 50 días, así el GO-00715 que presentó la media más baja (1070 J2/10 g raíces), y el GO-39590 con la media más alta (21590 J2/10g raíces), representan así 4 y 62 veces más a la población inicial; dando como resultado final que todos los materiales evaluados en esta investigación, son susceptibles al nemátodo.

SUMMARY

The root knot nematode, *Meloidogyne graminicola* is the main cause of the most common infestation in rice roots in Ecuador. It was identified in 1987 and today has been spread in the all rice-growing areas of the country.

Knowing the importance of crop in our country this research was conducted to determine the degree of susceptibility of 40 rice materials directed inoculation, with the aim of having promising genotypes the rice with resistance to root-knot nematode, owing that all the Commercial materials are susceptible to *M. graminicola*.

This research was conducted in the greenhouse the Nematology Department in South Coast Experimental Station, at Autonomous National Institute for Agricultural Research (INIAP), located in the Durán-Tambo Road, Canton Yaguachi; Guayas Province.

At eight days of transplanted rice seedlings were placed around 2500 J2 root system of each plant roots and immediately stoppered. Treatments were 40 (Materials rice) and were distributed in a completely randomized design, with five replicates each one, consisting of a plastic bag of 23x40 cm size, where a plant was placed.

At 50 day then of the inoculation there were evaluated: Nematodes population densities in root and soil. At the result there was determined initial populations of *M. graminicola* J2 2500 in each treatment on overall average increased to 50 days so that the GO-00715 had the lowest average (1070 J2/10 g roots), and GO -39 590 with the highest average (21590 J2/10g roots) and represent 4 and 62 times the initial population, the end result being that all materials tested in this research are susceptible to nematode.

VIII. LITERATURA CITADA

- ANDRADE, F. E., HURTADO, J. D. (2007). Factores Ambientales para el Desarrollo del cultivo de Arroz. Manual del Cultivo de Arroz. INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigación Agropecuarias). EC, p. 7
- ANDRADE, F. E., CELI, R. H., HURTADO, J. D. (2007). Características de las Variedades de Arroz Sembradas en el Área Arroceras del Ecuador. Manual del Cultivo de Arroz. INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigación Agropecuarias). EC, p. 7
- CELI, R. H. (2007). Obtención de Variedades de Arroz en Ecuador. Manual del Cultivo de Arroz. INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigación Agropecuarias). EC, p 20 – 21
- CELI, R. H. (2007). Zonas arroceras del Ecuador. Manual del Cultivo de Arroz. INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigación Agropecuarias). EC, p 29 - 30.
- DE WAELE, D., ELSEN, A. (2007). Challenges in Tropical Plant Nematology. Annual. Reviu. Phytopathology., 45: 457- 485.

- DUTTA, T.K., POWERS, S.J., KERRY, B.R., GAUR HS, CURTIS RHC. (2011). Comparison of host recognition, invasion, development and reproduction of *Meloidogyne graminicola* and *M. incognita* on rice and tomato. *Journal of Nematology.*, 13(5): 509-520.
- JAIN, R.K., MATHUR, K.N., SINGH, R.V. (2007). Estimation of losses due to plant parasitic nematodes on different crops in India. *Ind. J. Nematol.*, 37: 219-220.
- KANWAR, R.S., DABUR, K.R., BAJAJ, H.K., NANDAL, S.N. (2008). Life cycle of *Meloidogyne graminicola* and its possibility of becoming a pest of wheat crop. *Pak. J. Nematology.*, 26: 45-50.
- PADGHAM, J.L., DUXBURY, J.M., MAZID, A.M., ABAWI, G.S., HOSSAIN, M. (2004). Yield loss caused by *Meloidogyne graminicola* on lowland rainfed rice in Bangladesh. *Journal of Nematology.* 36: 42-48.
- POKHAREL, R.R., ABAWI, G.S., ZHANG, N., DUXBURY, J.M., SMART, C.D. (2007). Characterization of Isolates of *Meloidogyne* from Rice-Wheat Production Fields in Nepal. *Journal of Nematology.*, 39(3): 221-230.
- SABIR, N., GAUR, H.S. (2005). Comparison of host preferences of *Meloidogyne triticoryzae* and four Indian populations of *M. graminicola*. *Int. Journal of Nematology.*, 15(2): 230-237.
- SOMASEKHAR, N., PRASAD, J.S. (2009). Root-knot nematode *Meloidogyne graminicola* – An emerging threat to rice cultivation. *DRR Newslett.*, 7: 3-4.
- SORIANO, I.R., PROT, J.C., MATIAS, D.M. (2000). Expression of tolerance for *Meloidogyne graminicola* in rice cultivars as affected by soil type and flooding. *Journal of Nematology.*, 32: 309-317.
- SORIANO, I.R., REVERSAT, G. (2003). Management of *Meloidogyne graminicola* and yield of upland rice in South-Luzon, Philippines. *Nematology*, 5: 879-884.
- SINGH, I., GAUR, H.S., BRIAR, S.K., SHARMA, S.K., SAKHUJA, P.K. (2003). Role of wheat in sustaining *Meloidogyne graminicola* in rice-wheat cropping system. *Int. Journal of Nematology.*, 13: 79-86.

- SINGH, KP., JAISWAL, RK., KUMAR, N. (2007). *Catenaria anguillulae* Sorokin: a natural biocontrol agent of *Meloidogyne graminicola* causing root knot disease of rice (*Oryza sativa* L.). World J. Microbiol. Biotechnol., 23: 291-294.
- TRIVIÑO, C. G. (2007). Manejo de los principales nemátodos fitoparasitos en el cultivo de arroz. Manual del Cultivo de Arroz. INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigación Agropecuarias). EC, p 115-118.
- TRIVIÑO, C. G., VELASCO, L. V. (2013). Problemas afectan producción de arroz. Revista Informativa INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigación Agropecuarias). EC, Ed 8, p 17.
- WOUTS, W. H. (1979). Caracterización of the family *Meloidogyne* with a discusion on its relationship to family of the soborder Tylenchina base on gonad morphology. In root-knot nematodes (*Meloidogyne*) species; and systematic, biology and control. Ed. By E.Lamberty and C.E.Taylor, Academic Press, London and New York. pp 20-23.

ANEXOS

Anexo 1. Densidades poblacionales del nemátodo

Cuadro 1A. Valores poblacionales de *M. graminicola* en raíz por planta a los 50 días después de la inoculación dirigida. UTB, 2013.

	Cultivares	I	II	III	IV	V	X
1.	GO-00102	23805	27375	29260	37720	32428	30118
2.	GO-00119	36865	66900	30450	33705	33705	49062
3.	GO-00198	93605	59770	55658	38038	41618	57738
4.	GO-00201	45000	48438	17420	40800	45445	39421
5.	GO-00216	66623	46400	83720	64505	44328	61115
6.	GO-00226	14595	59968	22058	33488	35045	33031
7.	GO-00227	66250	75205	69480	84320	46283	68308
8.	GO-00344	25003	47960	65488	33600	42630	42936
9.	GO-00509	10585	11280	20935	21390	11868	15212
10.	GO-00510	27730	35200	20235	29760	36438	29873
11.	GO-00592	81868	72760	40040	55205	24360	54847
12.	GO-00606	30113	11500	25838	20355	18135	21188
13.	GO-00623	55650	49170	30613	64695	42570	48540
14.	GO-00683	14910	10695	17085	44250	16380	20664
15.	GO-00684	12133	8330	16380	19680	12218	13748
16.	GO-00687	30553	38950	68370	58905	62720	51900
17.	GO-00715	4375	16313	11605	13158	8280	10746
18.	GO-00722	16000	15600	15813	8470	7823	12741
19.	GO-00748	21313	18135	12445	11263	14923	15616
20.	GO-00845	44890	37800	36450	53070	47790	44000
21.	GO-00864	18883	37188	38188	110080	83190	57506
22.	GO-00926	44590	29680	68160	58250	34808	47098
23.	GO-01008	34650	24800	17220	31605	15998	24855
24.	GO-01049	44800	18425	17480	15045	18673	22885

25.	GO-01050	12900	15438	19665	17160	23250	17683
26.	GO-01164	70300	63050	102983	48998	54863	68039
27.	GO-37647	73875	121380	93720	93130	96425	95706
28.	GO-39085	46800	43120	27380	24200	39425	36185
29.	GO-39590	110950	97500	208400	163020	183365	153647
30.	GO-39591	102750	64260	103350	108038	87550	93190
31.	GO-39815	42000	33000	42525	14313	31175	32603
32.	GO-39839	18428	13300	16280	13900	19518	16285
33.	GO-559	33725	92528	54270	37680	35955	50832
34.	LIN-250	70625	29200	27623	30600	41715	39953
35.	LIN-257	70158	304000	72870	105160	86430	127724
36.	FL-01	33013	58880	78488	39513	59360	53851
37.	FL-02	30478	17400	12853	10313	12865	16782
38.	FL-09	32980	22725	44000	151410	19055	54034
39.	Tinajones	19750	24990	14788	17100	9870	17300
40.	INIAP-15	23485	33823	17220	87550	35880	39592

Cuadro 2A. Valores poblacionales de *M. graminicola* en 10 g de raíces a los 50 días después de la inoculación dirigida. UTB, 2013.

	Cultivares	I	II	III	IV	V	X
1.	GO-00102	3450	3750	4400	4100	5450	4230
2.	GO-00119	5050	11150	7250	5350	10900	7940
3.	GO-00198	4850	6950	6150	4250	4650	5370
4.	GO-00201	3750	6250	3350	5100	6100	4910
5.	GO-00216	7050	6400	9200	6650	5950	7050
6.	GO-00226	2100	4150	2550	2850	2150	2760
7.	GO-00227	6250	8900	7200	6800	7650	7360
8.	GO-00344	6850	5450	7750	5600	4900	6110
9.	GO-00509	2900	2400	2650	3100	2350	2680
10.	GO-00510	2950	2750	2850	2400	2650	2720
11.	GO-00592	7150	6800	7700	6100	5600	6670
12.	GO-00606	2750	1150	2650	2300	1950	2160
13.	GO-00623	5300	3300	3950	5700	4300	4510
14.	GO-00683	1400	1150	1700	3750	1950	1990
15.	GO-00684	1150	850	1800	1600	1350	1350
16.	GO-00687	5050	4750	5300	4950	5600	5130
17.	GO-00715	700	1450	1100	950	1150	1070
18.	GO-00722	1250	1500	2750	1100	1050	1530
19.	GO-00748	2750	3100	1900	2650	2350	2550
20.	GO-00845	6700	5600	9000	5800	5400	6500
21.	GO-00864	4150	8750	3250	8600	7050	6360
22.	GO-00926	4900	5300	4800	5000	4550	4910
23.	GO-01008	3500	3200	4100	4900	3950	3930
24.	GO-01049	6400	3350	4600	5100	4850	4860
25.	GO-01050	3000	4750	6900	3900	4650	4640
26.	GO-01164	7600	6500	9950	7050	6650	7550

27.	GO-37647	7500	6800	6600	8505	9500	7781
28.	GO-39085	7800	3850	3700	4000	4150	4700
29.	GO-39590	15850	25000	26050	20900	20150	21590
30.	GO-39591	15000	10200	15900	16750	10300	13630
31.	GO-39815	4800	4400	5250	1250	2900	3720
32.	GO-39839	1950	1400	1850	2000	1850	1810
33.	GO-559	4750	10950	6700	4800	5100	6460
34.	LIN-250	6250	4000	6350	4000	5150	5150
35.	LIN-257	6650	32000	17350	11950	25800	18750
36.	FL-01	4750	9200	13650	5450	10600	8730
37.	FL-02	8350	5800	4850	3750	4150	5380
38.	FL-09	4850	4500	8000	14700	5150	7440
39.	Tinajones	3950	4900	3250	4500	4700	4260
40.	INIAP-15	3850	8150	4100	20600	9200	9180

Cuadro 3A. Valores poblacionales de *M. graminicola* en 100 cm³ de suelo, a los 50 días después de la inoculación dirigida. UTB, 2013.

Cultivares		I	II	III	IV	V	X
1.	GO-00102	100	50	50	75	75	70
2.	GO-00119	75	50	200	50	100	95
3.	GO-00198	50	50	100	75	75	70
4.	GO-00201	50	100	125	75	100	90
5.	GO-00216	50	25	25	50	50	40
6.	GO-00226	50	25	50	75	100	60
7.	GO-00227	50	25	25	75	50	45
8.	GO-00344	175	150	125	150	175	155
9.	GO-00509	100	150	175	250	150	165
10.	GO-00510	75	150	250	100	150	145
11.	GO-00592	75	75	100	50	75	75
12.	GO-00606	300	200	375	325	300	300
13.	GO-00623	3600	725	1350	375	325	1275
14.	GO-00683	75	100	100	50	75	80
15.	GO-00684	75	75	125	50	75	80
16.	GO-00687	150	125	125	100	125	125
17.	GO-00715	75	125	125	50	75	100
18.	GO-00722	100	100	125	75	100	100
19.	GO-00748	100	150	300	175	75	140
20.	GO-00845	50	50	100	75	50	65
21.	GO-00864	300	750	350	225	775	480
22.	GO-00926	75	75	125	50	125	90
23.	GO-01008	250	150	825	175	100	300
24.	GO-01049	75	125	100	500	500	260
25.	GO-01050	200	100	225	50	350	185
26.	GO-01164	150	575	350	75	150	260

27.	GO-37647	25	50	50	25	75	45
28.	GO-39085	300	325	375	275	250	305
29.	GO-39590	425	775	775	1325	825	825
30.	GO-39591	250	275	50	75	100	150
31.	GO-39815	300	1350	400	500	475	605
32.	GO-39839	325	225	125	425	250	270
33.	GO-559	750	475	275	625	525	530
34.	LIN-250	125	100	150	550	225	230
35.	LIN-257	2375	2900	3650	1475	1325	2345
36.	FL-01	1200	4650	2550	1425	1525	2270
37.	FL-02	150	200	200	225	375	230
38.	FL-09	725	1550	300	450	625	730
39.	Tinajones	175	550	225	300	200	290
40.	INIAP-15	675	825	1275	800	400	795

Cuadro 4A. Cultivares de arroz con los mayores niveles poblacionales de *M. graminicola* en planta. UTB, 2013.

N°	Material de arroz	<i>M. graminicola</i> (J2)/planta
3	GO-00198	57738 cdef
5	GO-00216	61115 cde
7	GO-00227	68308 bcd
11	GO-00592	54847 defg
21	GO-00864	57506 defg
26	GO-01164	68039 bcd
27	GO-37647	95706 abc
29	GO-39590	153647 a
30	GO-39591	93190 abc
35	LIN-257	127724 abc

Cuadro 5A. Cultivares de arroz con los menores niveles poblacionales de *M. graminicola* en planta. UTB, 2013.

N°	Material de arroz	<i>M. graminicola</i> (J2)/planta
----	-------------------	-----------------------------------

9	GO-00509	15212 mno
14	GO-00683	20664 klmn
15	GO-00684	13748 mno
17	GO-00715	10746 o
18	GO-00722	12741 no
19	GO-00748	15616 mno
25	GO-01050	17683 klmno
32	GO-39839	16285 mno
37	FL-02	16782 mno
39	Tinajones	17300 lmno

Cuadro 6A. Cultivares de arroz con los mayores niveles poblacionales de *M. graminicola* en 10 g raíces. UTB, 2013.

N°	Material de arroz	<i>M. graminicola</i> (J2)/ 10 g raíces
2	GO-00119	7940 cde
7	GO-00227	7360 cde
26	GO-01164	7550 cde
27	GO-37647	7781 cde
29	GO-39590	21590 a
30	GO-39591	13630 b
35	LIN-257	18750 a
36	FL-01	8730 c
38	FL-09	7440 cdefg
40	INIAP-15	9180 cde

Cuadro 7A. Cultivares de arroz con los menores niveles poblacionales de *M. graminicola* en 10 g raíces. UTB, 2013.

N°	Material de arroz	<i>M. graminicola</i> (J2)/10g raíces
6	GO-00226	2760 jk

9	GO-00509	2680 jk
10	GO-00510	2720 jk
12	GO-00606	2160 kl
14	GO-00683	1990 klm
15	GO-00684	1350 mn
17	GO-00715	1070 n
18	GO-00722	1530 lmn
19	GO-00748	2550 jk
32	GO-39839	1810 klm

Cuadro 8A. Cultivares de arroz con los mayores niveles poblacionales de *M. graminicola* en suelo. UTB, 2013.

N°	Material de arroz	<i>M. graminicola</i> (J2)/ en 100 cm ³ suelo
13	GO-00623	1275 b
21	GO-00864	480 cdef
28	GO-39085	305 defg
29	GO-39590	825 bc
31	GO-39815	605 cd
33	GO-559	530 cde
35	LIN-257	2345 a
36	FL-01	2270 a
38	FL-09	730 bc
40	INIAP-15	795 bc

Cuadro 9A. Cultivares de arroz con los menores niveles poblacionales de *M. graminicola* en suelo. UTB, 2013.

N°	Material de arroz	<i>M. graminicola</i> (J2)/ en 100 cm ³ suelo
1	GO-00102	70 ijk
3	GO-00198	70 ijk

5	GO-00216	40 k
6	GO-00226	60 jk
7	GO-00227	45 k
11	GO-00592	75 hijk
14	GO-00683	80 hijk
15	GO-00684	80 hijk
20	GO-00845	65 ijk
27	GO-37647	45 k

Cuadro 10A. Cultivares de arroz con los mayores índices de reproducción de *M. graminicola*. UTB, 2013.

N°	Material de arroz	Índice de Reproducción (IR = pf / pi)
3	GO-00198	23
5	GO-00216	25
7	GO-00227	27
11	GO-00592	22
21	GO-00864	23
26	GO-01164	27
27	GO-37647	38
29	GO-39590	62
30	GO-39591	37
35	LIN-257	51

Cuadro 11A. Cultivares de arroz con los menores índices de reproducción de *M. graminicola*. UTB, 2013.

N°	Material de arroz	Índice de Reproducción
----	-------------------	------------------------

(IR = pf /pi)

9	GO-00509	6
14	GO-00683	8
15	GO-00684	6
17	GO-00715	4
18	GO-00722	5
19	GO-00748	6
25	GO-01050	7
32	GO-39839	7
37	FL-02	7
39	Tinajones	7

Anexo 2. Ejecución del experimento.

Figura 1A. Semilleros de cultivares de arroz.

Figura 2A. Distribución de los tratamientos.



Figura 3A. Inoculación de *M. graminicola*/planta.



Figura 4A. Desarrollo de plantas a 10 días después de inoculación.



Figura 5A. Lavado de raíces para extraer nemátodos.



Figura 6A. Escurrido de agua y pesado de raíces/planta.



Figura 7A. Precipitado de muestras de raíces licuadas.



Figura 8A. Extracción de nemátodos del suelo, método de incubación.