

Determinación de la densidad poblacional de meloidogyne graminícola en las etapas fenológicas de genotipos de arroz

Determination of the population density of meloidogyne graminícola in the phenological stages of rice genotypes

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7723324>

AUTORES: Lombeida Garcia Emma^{1*}

Gomez Pando Luz²

Reyes Borja Walter³

Goyes Cabezas Miguel⁴

Goyes Cabezas Julio⁵

DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA: elombeida@utb.edu.ec

Fecha de recepción: 01 / 09 / 2022

Fecha de aceptación: 21 / 11 / 2022

RESUMEN

El arroz (*Oryza sativa* L.), es un cereal de gran importancia para la alimentación de nuestro país, en la actualidad presenta problemas de plagas, causando bajos rendimientos, asimismo han venido provocando elevados costos de producción y una disminución de la calidad del grano. Esta investigación tiene como objetivo determinar la densidad poblacional de *M. graminicola* en las etapas fenológicas de genotipos de arroz. La investigación fue realizada en la Facultad de Ciencias Agropecuarias (FACIAG), Universidad Técnica de Babahoyo

^{1*} Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Ecuador

² Universidad Nacional Agraria La Molina Facultad de Agronomía, Perú

³ Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Ecuador

⁴ Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Ecuador

⁵ Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuaria, Ecuador

(UTB). Los trabajos de inoculación se realizaron en vivero bajo condiciones controladas, y las evaluaciones de densidades poblacionales de nematodos, se efectuaron en el Laboratorio de Fitopatología de la FACIAG. El material genético de arroz utilizado, fueron dos líneas F₆ provenientes de las cruzas interespecíficas de *Oryza rufipogon* G. x *Oryza sativa* ssp. *japonica*, y una variedad comercial INIAP 15 (Testigo susceptible a nematodos). El experimento se estableció bajo un diseño completamente al azar con arreglo factorial 3 x 5 (A x B) con cinco repeticiones. El factor A corresponde a 3 fases fenológicas del arroz (floración, llenado de granos y cosecha), el factor B a los tratamientos (cinco niveles de nematodos: 0, 500, 1000, 2000 y 3000 J2). Los resultados obtenidos fueron: la densidad poblacional de *M. graminicola* en raíces, se incrementó en forma constante en la etapa de floración, llenado de grano y disminuyó en la etapa de cosecha en los tres genotipos estudiados. La densidad poblacional de *M. graminicola* en suelo, se presenta con mayor densidad en la etapa llenado de grano.

Palabras clave: Arroz, etapas fenológicas, *M. graminicola* y densidad poblacional.

ABSTRACT

Rice (*Oryza sativa* L.), is a cereal of great importance for the feeding of our country, currently presents pest problems, causing low yields, they have also been causing high costs in its production and a decrease in the quality of the grain. This research aims to identify the population density of *M. graminicola* in the phenological stages in rice genotypes, which is affected by the population density of the nematode. The research was carried out at the Faculty of Agricultural Sciences of the Technical University of Babahoyo (UTB). The inoculation work was carried out in a nursery under controlled conditions, and the evaluations of nematode population densities were carried out in the Phytopathology laboratory of the FACIAG. This material used comes from interspecific and intraspecific crosses of *Oryza sativa* ssp. *japonica* x *Oryza rufipogon* G, and *Oryza sativa* ssp. *japonica* x *Oryza sativa* ssp. Japonica and a commercial variety INIAP 15. The experiment was established under a completely randomized design with a factorial arrangement of 3 x 5 (A x B) with five repetitions. Factor A corresponds to 3 phenological phases of rice, factor B to treatments (five levels of nematodes: 0, 500, 1000, 2000 and 3000). The results obtained

were that the population density of *M. graminicola* in roots increased steadily in the flowering stage, grain filling and decreased in the harvest stage in the three genotypes studied. The population density of *M. graminicola* in soil is higher in the grain-filling stage.

Keywords: Rice, phenological stages, *M. graminicola* and population density.

INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa* L.), es un cereal de importancia fundamental para la alimentación humana, siendo básico en la dieta de más de la mitad de la población mundial, especialmente en países en vías de desarrollo. En el Ecuador, el arroz es de importancia económica, ambiental y social, la superficie cosechada en el 2021 fue de 340.281 hectáreas, registrando un crecimiento de 8,76 % con relación al año 2020. Se encuentra localizado en su mayoría en la región costa, teniendo las provincias del Guayas y los Ríos las de mayor producción con 90,59 % (INEC, 2022).

La finalidad de describir la fenología del cultivo de arroz, es para estudiar de manera integral las diferentes etapas desarrollo que se dan en las especies vegetales dentro de ecosistemas naturales, en su interacción con el medio ambiente. De esta manera se puede observar las fases fenológicas para implementar cualquier sistema agrícola, donde permita que los agricultores obtengan el conocimiento necesario sobre el tema y lograr una mayor eficiencia en la planificación y programación de las diferentes actividades, conducentes a incrementar la productividad y producción en los cultivos (Lázaro *et al.*, 2018).

En las diferentes etapas fenológicas del cultivo de arroz, pueden ser afectados por diferentes fitoparasitos (plagas, enfermedades y malezas) que causan daño al cultivo. Cuando está bajo riego, genera un ambiente propicio para que se incremente la gran diversidad de patógenos. Estas plagas infestan los campos de arroz desde la siembra hasta la cosecha, pudiendo causar perjuicios significativos, con la pérdida de hasta el 40 % de la producción. La presencia y el aumento poblacional de la mayoría de las plagas son favorecidos por la alta densidad de plantas, las condiciones climáticas y el manejo del cultivo (Burdyn *et al.*, 2008).

Los daños causados por *M. graminicola*, se han ido extendiendo actualmente en las zonas arroceras del país, en mucho de los casos ocasionado por desconocimiento y la poca atención de parte de los profesionales sobre la problemática que causan. La falta de información que reciben los agricultores para la prevención y control de esta plaga, es un factor más importante que permite su propagación con los consecuentes bajos rendimientos. Sin embargo, está convencido que la prevención o reducción de los nematodos, constituye la única forma viable para elevar la producción del arroz.

Según investigación realizada por Triviño (2007), *M. graminicola* ha causado daño a la planta de arroz, y se debe tomar medidas de control si se registran niveles desde 200 J2 por 100 cm³ de suelo; también se ha determinado que 1000 J2 por planta de arroz, presentes inmediatamente después del trasplante, puede reducir la altura, número de macollos y la producción por planta en un 6 por ciento. Se ha observado que 2000 J2, atacando las raíces de una planta, desde los 30 días del trasplante pueden causar reducción del número de macollos en 18 % y la producción en un 16 por ciento. Poblaciones de 5000 J2 en una planta después del trasplante reducen la producción en un 48 por ciento.

Esta investigación justifica la necesidad de identificar la densidad poblacional de *M. graminicola* que se propaga durante las etapas fenológicas en genotipos de arroz, para identificar especialmente los daños que causa sobre el peso de grano y el rendimiento del cultivo, de esta manera se espera obtener resultados valiosos que sirvan como instrumento para la toma de decisiones, que permitan un manejo eficiente del nematodo. Asimismo, este estudio servirá en los futuros proyectos de investigación sobre el manejo del nematodo agallador en las principales zonas arroceras del Ecuador.

METODOLOGÍA

Ubicación

La investigación se realizó en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo (UTB), ubicada en el km 7 ½ de la vía Babahoyo-Montalvo, cantón Babahoyo, provincia de Los Ríos, con coordenadas geográficas de 79- 32´ W de longitud y 01- 49´ S de latitud, elevación de 8 msnm, temperatura 26.3, humedad relativa (%) 78.8,

precipitación de 2688.8, evaporación (mm) 1012.4, heliofanía (hs) 830.4, nubosidad 7.1, y velocidad del viento (m/seg) 0.5^{6/}

Los trabajos de inoculación se realizaron en vivero bajo condiciones controladas, y las evaluaciones de densidades poblacionales de nematodos se efectuaron en el Laboratorio de Fitopatología de la FACIAG.

Material genético

Para la ejecución de este trabajo se utilizaron:

- (i) Dos líneas F₆ PUYÓN/JP002 P11 – 10 -74 y PUYÓN/JP002 P8 – 20, líneas seleccionadas en un experimento anterior, por presentar una menor población de *M. graminicola*. Este material proviene de las cruces interespecíficas de *Oryza rufipogon* G. x *Oryza sativa* ssp. *japonica*.
- (ii). La variedad comercial INIAP 15, se incluyó como variedad susceptible al nematodo (testigo).

Grado	Nº de agallas	Nematodos/100 cm ³ de suelo	Nematodos/10 g de raíces	Calificación
0	0	0	0	Libre
1	1 a 10	1 – 40	1 a 300	Baja
2	11 a 30	41 – 120	301 a 1000	Moderada
3	31 a 75	121 – 150	1001 a 3000	Alta
4	>75	> 150	> 3000	Muy alta

Tabla 1. Escala para calificar la infestación de *M. graminicola* en vivero mediante el número de agallas en las raíces

Fuente: Ramos *et al.*, (1998)

Análisis estadístico

El experimento se estableció bajo un diseño completamente al azar con arreglo factorial 3 x 5 (A x B) con cinco repeticiones. El factor A corresponde a los genotipos de arroz (floración, llenado de granos y cosecha), el factor B (cinco niveles de nematodos: 0, 500, 1000, 2000 y 3000 J2).

La distribución de grados de libertad para cada fuente de variación puede apreciarse en la

Fuente de variación	Grados de libertad (G.L)	
A Genotipos de arroz (¿etapas fenológicas?)	A – 1	2
B (Nivel nematodos)	B – 1	4
Interacción entre genotipos x nivel de nematodos	(A – 1) (B – 1)	8
Error experimental	AB (R - 1)	60
Total	AB R – 1	74

Tabla 2. Distribución de grados de libertad

Tratamientos estudiados

Los tratamientos estudiados fueron tres estados fenológicos de los segregantes F₆ de arroz obtenidos a partir de cruces entre *Oryza rufipogon* G. x *Oryza sativa* ssp. *japonica*. Se tomaron dos líneas que, en un estudio anterior, se encontraron con menor densidad poblacional de *M. graminícola*, *incluyéndose también el testigo susceptible al nematodo*.

Se emplearon 15 tratamientos x cinco repeticiones, siendo estos cuatro niveles de *M. graminicola*: 500, 1000, 2000 y 3000 J2/planta, más un testigo sin nematodo, inoculados en tres etapas de desarrollo de la planta (Tabla 3).

Tratamientos	Niveles de nematodos	Repeticiones/Evaluación			Total, de plantas
		Floración	Llenado de grano	Cosecha	
PUYÓN/JP002 P11 – 10	0	5	5	5	15
PUYÓN/JP002 P8 – 20	0	5	5	5	15
INIAP 15	0	5	5	5	15
PUYÓN/JP002 P11 – 10	500	5	5	5	15
PUYÓN/JP002 P8 – 20	500	5	5	5	15
INIAP 15	500	5	5	5	15
PUYÓN/JP002 P11 – 10	1000	5	5	5	15

10						
PUYÓN/JP002	P8 – 20	1000	5	5	5	15
INIAP 15		1000	5	5	5	15
PUYÓN/JP002	P11 –	2000	5	5	5	15
10						
PUYÓN/JP002	P8 – 20	2000	5	5	5	15
INIAP 15		2000	5	5	5	15
PUYÓN/JP002	P11 –	3000	5	5	5	15
10						
PUYÓN/JP002	P8 – 20	3000	5	5	5	15
INIAP 15		3000	5	5	5	15
Total de plantas			75	75	75	225

Tabla 3. Esquema de los tratamientos del ensayo de patogenicidad de *M. graminícola*

Procedimiento de inoculación de nematodos

Multiplicación del nematodo

Los nematodos fueron multiplicados en invernadero, utilizando suelo infestado con *M. graminícola*, proveniente de una plantación comercial y semillas de arroz de la variedad INIAP 15 (variedad susceptible). De estas plantas se extrajeron masas de huevos del nematodo y se expusieron a eclosión en el laboratorio para obtener los juveniles que se utilizaron en la investigación. En tres cajas Petri, se colocó 1 mL de la solución agua-nematodo (inoculo) en cada una y a través de un estereomicroscopio se cuantificó el número de juveniles del segundo estadio (J2) y por cálculo matemático se obtuvieron los diferentes niveles de inoculo (500, 1000, 2000 y 3000 J2) que fueron colocados a cada una de las plantas en estudio.

Método de Inoculación

Para la siembra del material genético de arroz, en cada una de las fundas utilizadas en la investigación, se incorporó 1 kg de suelo solarizado libre de nematodos; además, se colocaron fertilizantes como el fósforo y potasio en dosis de un gramo por funda. En cada funda se colocaron 5 semillas y a los 15 días después de la siembra se ralearon y se dejaron

dos plantas por unidad. A los 25 días de emergidas las plantas, se inocularon según los niveles de población programados (500, 1000, 2000 y 3000 J2 de *M. graminicola*), incluyendo también el testigo sin nematodos. Se retiró un poco de suelo alrededor de las raíces y se depositó lentamente el líquido con los juveniles (J2) y se cubrieron nuevamente las raíces con el mismo suelo apartado. Durante los primeros 15 días después de inoculación, las plantas fueron regadas con cuidado para evitar que el inóculo se pierda por secamiento o exceso de humedad del suelo.

Densidad poblacional de *M. graminicola* en raíces

De acuerdo con las etapas de desarrollo de la planta de arroz (Floración, llenado de grano y cosecha), se extrajeron 5 plantas con todo el sistema radical (cada planta formó parte de una repetición) por cada nivel de inóculo, con las cuales se efectuaron las respectivas evaluaciones.

Se determinó la densidad poblacional de *M. graminicola* en las raíces con el método de extracción “Licuado-Tamizado” (Triviño *et al.*, 2013). Las raíces de cada planta se cortaron en pedazos de 1 cm y se pesaron 10 g, se licuaron durante 20 segundos a velocidad baja. El licuado se vació en tres tamices de N° 60 (250 μm), 100 (150 μm) y 500 (25 μm) colocados de arriba hacia abajo; el primer y segundo tamiz se lavaron con una ducha tipo teléfono durante un minuto cada uno y el contenido agua-nematodos recogido en el tamiz No. 500, se colocó en un vaso de precipitación con ayuda de una piceta y se aforó en 100 mL. Se homogenizó la solución agua-nematodos con una pequeña bomba de aire (para pecera), se extrajo una alícuota de 2 mL y se colocó en una caja Petri rayada pequeña para cuantificar el número de nematodos. El conteo se realizó en un estereomicroscopio con la ayuda de un contador-chequeador. Por cálculo matemático se obtuvo la densidad poblacional de nemátodos en cada planta o repetición.

Densidad poblacional de *M. graminicola* en suelo

Para efectuar las respectivas evaluaciones en el suelo, después de la extracción de las plantas de las macetas y de acuerdo con las etapas de desarrollo de la planta de arroz (Floración, llenado de grano y cosecha), por cada nivel de inóculo, donde cada maceta con suelo formó parte de una

repetición. Este suelo se homogenizó y se tomaron aproximadamente 200 cm³ en una funda plástica. En el laboratorio, cada muestra se colocó en una bandeja plástica, se mezcló nuevamente y se tomaron 100 cm³ para la extracción de los nemátodos. Se utilizó el método de “Incubación” (Triviño *et al.*, 2013). El suelo se colocó en dos platos de aluminio superpuestos de los cuales el primero es calado y el segundo con base, sobre el primero se colocó una malla fina plástica y una hoja de papel facial; se adicionó agua común y se dejó la muestra en incubación por tres días. Transcurrido ese tiempo, se eliminó el suelo del primer plato y el contenido agua – nemátodos se colectó en un vaso de precipitación graduado. De cada muestra o vaso se eliminó el agua excedente a 100 mL con el uso de un tamiz No. 500, se homogenizó la solución agua-nematodos con una bomba de aire como se realizó con las raíces, se extrajeron alícuotas de 4 mL, se colocaron en cámaras contadoras y se determinó el número de nemátodos utilizando un estereomicroscopio y un contador-chequeador. Por cálculo matemático se obtuvo la densidad poblacional de nemátodos existentes en 100 cm³ de suelo.

RESULTADOS

Densidad poblacional de *M. graminicola* en /raíces y suelo en etapa de floración

En la Tabla 4, para genotipos de arroz, en promedio de los niveles de inoculación, se observó un rango de 15640 a 34001 J2 en 10 g de raíces en la fase de floración. El valor más alto se encontró en la línea PUYÓN/JP002 P8-20 y el más bajo en la línea PUYÓN/JP002 P11-10. La variedad INIAP 15 tuvo 23357 J2/10g raíces.

Factor A Genotipos	Factor B Niveles de nematodos	<i>M. graminicola</i>	
		Etapa de Floración	
		10 g/raíces	100 cm ³ /suelo
PUYÓN/JP002 P11 – 10		15640a	1552a
PUYÓN/JP002 P8 – 20		34001c	2642b
INIAP 15		23357 b	1608a
Nivel de nematodo	0	0 a	0 a
Nivel de nematodo	500	24482 b	2267c
Nivel de nematodo	1000	44282 d	1731b
Nivel de nematodo	2000	26168bc	2962d

Nivel de nematodo	3000	26732c	2711cd
PUYÓN/JP002 P11 – 10	0	0 a	0 a
PUYÓN/JP002 P8 – 20	0	0 a	0 a
INIAP 15	0	0 a	0 a
PUYÓN/JP002 P11 – 10	500	12742 b	1580 bcd
PUYÓN/JP002 P8 – 20	500	37493 f	3844 f
INIAP 15	500	23211 cd	1378 bc
PUYÓN/JP002 P11 – 10	1000	23796 d	1032 ab
PUYÓN/JP002 P8 – 20	1000	84923 g	1996 bcd
INIAP 15	1000	24127 d	2164 cde
PUYÓN/JP002 P11 – 10	2000	22434 cd	2035 bcde
PUYÓN/JP002 P8 – 20	2000	23238 cd	4986g
INIAP 15	2000	32832 e	1865 bcd
PUYÓN/JP002 P11 – 10	3000	19230 c	3113 ef
PUYÓN/JP002 P8 – 20	3000	24349 d	2386 cde
INIAP 15	3000	36616 ef	2634 de
Promedio general		30416.0	2535
Significancia	Factor a	**	**
	Factor b	**	**
	Interacciones	**	**
Coefficiente de variación		7.37	5.45

Tabla 4. Densidad poblacional de *M. graminicola* en raíces y suelo en etapa de floración, sometida a diferentes niveles iniciales de inóculo en líneas avanzadas seleccionadas de arroz (F_6)

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey ($p > 0.05$)

En la misma Tabla, para niveles de inoculación, en promedio de las variedades, se encontró un rango de 24482 a 44282 J2 en 10 g de raíces en la fase de floración. El valor más bajo se observó en el nivel de inoculación de 500 J2 y el más alto en el nivel de 1000 J2. El incremento fue de 49 y 44 veces más, respectivamente. En los niveles de inoculación de 2000 y 3000 J2 en 10 g de raíces, el nematodo tuvo menor reproducción (13 y 9 veces); es decir, presentó una densidad poblacional de 26168 y 26732 J2 en 10 g de raíces respectivamente. Los valores para cada genotipo y nivel de inoculación se encontró un

rango de 12742 a 84923 J2 en 10 g de raíces. El valor más bajo se detectó en PUYÓN/JP002 P11 – 10 en el nivel 500 J2 en 10 g de raíces y el más alto en PUYÓN/JP002 P8 – 20 en el nivel 1000 J2 en 10 g de raíces.

En lo que respecta a la densidad poblacional contenida en el suelo en la etapa de floración, para cada genotipo y para cada nivel poblacional en los datos totales del experimento, el rango varió de 1032 a 4986 J2 100 cm³/suelo. El valor más bajo se encontró en el genotipo PUYÓN/JP002 P11 – 10 e inoculado con 1000 J2 y el valor más alto PUYÓN/JP002 P8-20 e inoculado con 2000 J2. Se puede apreciar que, tanto los genotipos provenientes de cruces interespecíficas como la variedad comercial INIAP 15, fueron altamente susceptibles a *M. graminicola* en la etapa de floración, de acuerdo con la escala de valoración Ramos *et al.*, (1998).

Densidad poblacional de *M. graminicola* en raíces/10 g y suelo en etapa de llenado de grano

En la Tabla 4 se muestran los resultados obtenidos. Los valores medios de los genotipos y promedios de los niveles de inóculo, muestran que, en la fase de llenado de grano, el rango de *M. graminicola* varió de 44270 a 92954 J2 en 10 g/raíces. El menor valor se encontró en el sustrato cultivado con PUYÓN/JP002 P8-20 y el mayor valor en el sustrato cultivado con la línea PUYÓN/JP002 P 11– 10. En el sustrato cultivado con variedad INIAP 15 se contabilizaron 65621 J2 en 10 g/raíces. Estos valores; sin embargo, no difieren significativamente en la Prueba de Significación de Tukey 5%.

En la misma Tabla, también se observa el valor más bajo en el nivel de inoculación con 500 J2 y el más alto en el nivel de 3000 J2. El índice de reproducción más alto se encontró con los niveles de inóculo de 500 y 1000 (98 y 94); mientras que, con la población inicial de 2000 y 3000 J2, tuvo menor índice de reproducción (43 y 36 veces); es decir, presenta una densidad poblacional de 86214 y 108327, respectivamente. Comparando estos valores con los de la fase de floración se observa que hubo un incremento en la reproducción del nematodo, pero con mayor porcentaje en los niveles bajos de inóculo, debiéndose probablemente al nivel de competencia de los nematodos por el sustrato.

Factor A Genotipos	<i>M. graminicola</i>		
	Etapa de llenado de grano		
	Factor B	10 g/raíces	100 cm ³ /suelo
	Niveles de nematodos		
PUYÓN/JP002 P11 – 10		92954 a	3065 a
PUYÓN/JP002 P8 – 20		44270 a	6020 b
INIAP 15		65622 a	9523 c
Nivel de nematodo	0	0 a	0 a
Nivel de nematodo	500	48989 ab	5018 b
Nivel de nematodo	1000	94545 b	5472 b
Nivel de nematodo	2000	86214 b	9687 c
Nivel de nematodo	3000	108327 b	10835 d
PUYÓN/JP002 P11 – 10	0	0 a	0 a
PUYÓN/JP002 P8 – 20	0	0 a	0 a
INIAP 15	0	0 a	0 a
PUYÓN/JP002 P11 – 10	500	39805 ab	1053 ab
PUYÓN/JP002 P8 – 20	500	25973 a	1479 ab
INIAP 15	500	81189 ab	12521 e
PUYÓN/JP002 P11 – 10	1000	198464 b	1826 bc
PUYÓN/JP002 P8 – 20	1000	52715 ab	3232 c
INIAP 15	1000	32457 ab	11358 de
PUYÓN/JP002 P11 – 10	2000	99358 ab	2044 bc
PUYÓN/JP002 P8 – 20	2000	61102 ab	1460 4 f
INIAP 15	2000	98182 ab	12412 e
PUYÓN/JP002 P11 – 10	3000	127142 ab	10400 d
PUYÓN/JP002 P8 – 20	3000	81560 ab	10783 d
INIAP 15	3000	116280 ab	11322 de
Promedio general		67616	6203
Significancia	Factor a	ns	**
	Factor b	ns	**
	Interacciones	ns	**
Coefficiente de variación		3.13	11.27

Tabla 5. Densidad poblacional de *M. graminicola* en raíces y suelo en etapa de llenado de grano, sometida a diferentes niveles iniciales de inóculo en líneas avanzadas seleccionadas de arroz (F₆)

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey ($p > 0.05$).

En la Tabla 5, también se presentan los valores a nivel de los genotipos y los niveles de inóculo. El rango varió de 25973 J2 a 198464 J2 en 10 g/ raíces. El valor más bajo corresponde a PUYÓN/JP002 P8 – 20 en el nivel de inóculo 500 J2 y el más alto a PUYÓN/JP002 P11 – 10 en el nivel de 1000 J2. Entre estos valores hay diferencias significativas según la Prueba Tukey 5%.

Con relación a la densidad poblacional de *M. graminicola* en la etapa de llenado de grano de los genotipos y los niveles de inóculo se puede apreciar que los valores variaron de 1053 a 14604 J2 en 100 cm³/suelo. El valor más bajo corresponde al sustrato cultivado con PUYÓN/JP002 P 11– 10 y con un nivel de inóculo igual a 500 J2 y el valor más alto a PUYÓN/JP002 P8 – 20 con un inóculo de 2000 J2 (Tabla 5).

Factor A Genotipos	Factor B Niveles de nematodos	<i>M. graminicola</i>	
		Etapa de Cosecha	
		10g/raíces	100 cm ³ /suelo
PUYÓN/JP002 P11 – 10		24844 b	2582 a
PUYÓN/JP002 P8 – 20		16024 a	6447.2 b
INIAP 15		27791 c	5588 b
Nivel de nematodo	0	0 a	0 a
Nivel de nematodo	500	25111 c	8239 d
Nivel de nematodo	1000	19024 b	4844 b
Nivel de nematodo	2000	33054 d	5225 bc
Nivel de nematodo	3000	37243 e	6055 c
PUYÓN/JP002 P11 – 10	0	0 a	0 a
PUYÓN/JP002 P8 – 20	0	0 a	0 a
INIAP 15	0	0 a	0 a
PUYÓN/JP002 P11 – 10	500	15768 bc	5460 bc
PUYÓN/JP002 P8 – 20	500	18144 bc	7678 de
INIAP 15	500	41422 g	11578 f
PUYÓN/JP002 P11 – 10	1000	12560 b	1758 a
PUYÓN/JP002 P8 – 20	1000	17946 bc	8022 e
INIAP 15	1000	26566 de	4750 bc
PUYÓN/JP002 P11 – 10	2000	37440 fg	1576 a
PUYÓN/JP002 P8 – 20	2000	21492 cd	8080 e
INIAP 15	2000	40230 g	6018 cd

PUYÓN/JP002 P11 – 10	3000	58454 g	4114 b
PUYÓN/JP002 P8 – 20	3000	22538 cd	8456 e
INIAP 15	3000	30737 ef	5594 bc
Promedio general		28608	4872
Significancia			
	Factor a	**	**
	Factor b	**	**
	Interacciones	**	**
Coefficiente de variación		1.21	2.84

Tabla 6. Densidad poblacional de *M. graminicola* en raíces y suelo en etapa de cosecha, sometida a diferentes niveles iniciales de inóculo en líneas avanzadas seleccionadas de arroz (F₆)

Densidad poblacional de *M. graminicola* en raíces y suelo en etapa de cosecha

Los valores medios de densidad poblacional de *M. graminicola* en raíces en la etapa de cosecha de los genotipos, en promedio de los niveles de inóculo, están dentro de un rango de 16024 a 27791 J2/ 10 g de raíces; correspondiendo el valor más bajo a PUYÓN/JP002 P8-20 y el más alto INIAP 15. Por otro lado, los valores medios observados para cada nivel de inóculo, en promedio de genotipos, variaron de 19024 a 37243 J2/ 10 g de raíces y el valor más bajo se observó en nivel de inóculo 1000 J2 y el más alto en el nivel 3000 J2 (Tabla 6).

En la Tabla 6, también se observa que en la interacción entre el material genético de arroz vs niveles de *M. graminicola* inoculados; la línea PUYÓN/JP002 P 11– 10 con un nivel de inóculo de 3000 J2 y un valor de 58454 seguida de la variedad comercial INIAP 15 con un nivel de inóculo de 500 J2 y un valor de 41422, considerada la más susceptible; sin embargo, se demuestra que tanto las líneas y la variedad comercial son altamente susceptibles por presentar poblaciones superiores a los 3000 J2, consideradas buenas hospederas para *M. graminicola*.os valores medios de densidad poblacional de *M. graminicola* en suelos en la etapa de cosecha de los genotipos, en promedio de los niveles

de inóculo, están dentro de un rango de 4844 a 8239 J2/ 100 cm³ de suelo; correspondiendo el valor más bajo en 1000 J2 y el más alto 500 J2 (Tabla 6).

En la Tabla 6, también se aprecia que, tanto los genotipos provenientes de cruces interespecíficos como la variedad comercial, resultaron ser altamente susceptibles a *M. graminicola* de acuerdo a la escala de valoración. Siendo el genotipo comercial INIAP 15 con un nivel de inóculo de 500 J2 con un valor de 11578 J2/100 cm³ suelo, mientras que la línea PUYÓN/JP002 P11 – 10 con un inóculo inicial de 2000 J2 tuvo una población menor de 1576 J2.

DISCUSIÓN

El alto nivel de población de *M. graminicola* en la etapa de floración se debe posiblemente a que el alto nivel inicial del nematodo determinó una alta competencia entre ellos y afectó severamente los tejidos radiculares, de tal modo que no hubo condiciones óptimas para la reproducción del nematodo y la formación de agallas. Rodríguez *et al.*, (2019), encontró que una mayor cantidad de población inicial del nematodo, disminuye el índice de reproducción, esto se debe a la competencia intraespecífica por disponibilidad de alimento y espacio.

El incremento de la población del nematodo *M. graminicola* en los diferentes niveles aplicados demuestra que, tanto las líneas avanzadas y la variedad comercial de arroz empleadas en la presente investigación, son altamente susceptibles por presentar poblaciones superiores a los 3000 J2. Estudios similares realizados en la zona arroceras de la provincia de Los Ríos, mostró también una alta susceptibilidad a *M. graminicola* en diferentes variedades comerciales de arroz (Lombeida *et al.*, 2020).

La línea PUYÓN/JP002 P 11– 10 sería la más susceptible de acuerdo con la escala de valoración de Ramos *et al.*, (1998). En general las líneas y la variedad comercial fueron altamente susceptibles a *M. graminicola* por presentar poblaciones superiores a los 3000 J2. Adicionalmente, se pudo observar síntomas aéreos como: amarillamiento en la parte foliar

de las plantas de arroz siendo muchos notables en la variedad comercial INIAP 15 e inclusive la muerte de plantas.

De acuerdo con los resultados obtenidos se puede mencionar que a medida que la planta va creciendo, la densidad poblacional de *M. graminicola* se incrementa, esto probablemente se deba al constante desarrollo del sistema radicular de la planta. Esta investigación corrobora con lo dicho por Arraya (2008), donde menciona que, mientras mayor es la edad del cultivo mayor es el número de nematodos presentes en el arroz, debido al crecimiento de raíces en la planta.

También se logró observar un descenso en la población de *M. graminicola* en la etapa de cosecha en comparación a la etapa de floración y llenado de grano, y puede deberse a la falta de alimento. Se corrobora con lo dicho por Vargas (2009), donde menciona que los nematodos en el suelo se comportan de manera irregular en cuanto a dinámica poblacional, con una tendencia de crecimiento hasta los 90 días de edad de la planta, a partir de éste, comienza una marcada disminución en su población.

Es importante mencionar que las condiciones fisiológicas y ambientales afecta a la densidad poblacional del nematodo. Se concuerda con lo dicho por Tarte (1980), donde menciona que la fisiología del cultivo del arroz y su asociación con los nematodos, ha sido reportado, que debido a que los nematodos se alimentan de la parte radicular y algunos completan su ciclo dentro de ellas, cualquier factor que afecte la condición fisiológica de la planta posiblemente afectará la densidad poblacional de nematodos.

CONCLUSIONES

La densidad poblacional de *M. graminicola* en raíces se incrementó en forma constante en la etapa de floración, llenado de grano y disminuyó en la etapa de cosecha en los tres genotipos estudiados.

La densidad poblacional de *M. graminicola* en suelo, se presenta con mayor densidad en la etapa llenado de grano.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arraya, E. (2008). Identificación, cuantificación y caracterización de densidades poblacionales de nematodos asociados al cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.) en la región Huetar Norte (cantones de los Chiles y San Carlos) de Costa Rica. Tesis Ingeniero Agrónomo. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Sede Regional San Carlos.
- Burdyn, L; Gutierrez, S y Kruger. (2008). Protección de Cultivo. Capítulo X. Disponible en https://inta.gob.ar/sites/default/files/arroz_guia_2016-final.pdf.
- INEC. (2022). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua. Boletín Técnico. Disponible en https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2021/Bolet%C3%ADn%20t%C3%A9cnico.pdf
- Pérez, J., Castro, N., González, R. I., Aguilar, M. C., & García, O. (2016). Semilla original de dos cultivares de arroz cubanos: resistencia a *Tagosodes orizicolus* Muir (Sogata). *Agronomía Mesoamericana*, 27(2), 243-251. Recuperado de http://www.mag.go.cr/rev_meso/v27n02_243.pdf.
- Lázaro, A; Rojan, O; Torres, k; Duque, D y Torres, w. (2018). Duración de las fases fenológicas, su influencia en el rendimiento del arroz (*Oryza sativa* L.). *Cultivos Tropicales*, vol. 39, núm. 1, pp. 68-73, 2018.
- Lombeida García, E., Medina Litardo, R., Hasang Moran, E., & Cobos Mora, F. (2020). Incidencia de *Meloidogyne graminicola* en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en la provincia de Los Ríos. *Journal of Science and Research: Revista Ciencia e Investigación*. ISSN 2528-8083, 5(CININGEC), 110 - 121. Recuperado a partir de <https://revistas.utb.edu.ec/index.php/sr/article/view/1001>.

Ramos, J.; Franco, J.; Ortuño, N.; Oros, R.; Main, G. (1998). Incidencia y Severidad de *Nacobbus aberrans* y *Globodera* spp. En el cultivo de la papa en Bolivia: pérdidas en el valor bruto de su producción. Cochabamba, Ibta/Proimpa, 1998.201 p.

Rodríguez Hernández, Mayra Guadalupe, Hernández-Ochandía, Dainé, Miranda Cabrera, Ileana, Moreno León, Ernesto, Castro-Lizazo, Iván, & Delgado-Oramas, Belkis Peteira. (2019). Reproducción y patogenicidad de *Meloidogyne incognita* en garbanzo cultivar 'Nacional-29'. *Centro Agrícola*, 46(3), 16-21. Disponible http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852019000300016&lng=es&tlng=es.

Tarte, R. (1980). La importancia del conocimiento de la biología y comportamiento de los nematodos parásitos del banano en el desarrollo de nematodos eficientes de control. Proyecto UNCTAD/PNUD/UPEB. 16p.

Triviño, c., Navia, D., Velasco, L. (2013). Guía para reconocer daño en raíces y métodos de muestreo y extracción de nematodos en raíces y suelo. Yaguachi, Ec. Instinto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Litoral Sur "Dr. Enrique Ampuero Pareja". Boletín Divulgativo No 43 3. 17p.

Triviño, C. (2007). Manejo de los principales nemátodos fitoparásitos en el cultivo de arroz. Manual del Cultivo de Arroz. INIAP. EC. 115-118 pp.

Vargas, C. (2009). Dinámica poblacional de nematodos y su relación con el peso de grano, en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.), en la Región Huetar Norte y Huetar Atlántica de Costa Rica.