

NEMATODOS FITOPARÁSITOS ASOCIADOS AL ARROZ EN LAS REGIONES HUETAR NORTE Y HUETAR ATLÁNTICA DE COSTA RICA¹

Tomás de Jesús Guzmán-Hernández², Silvia Hernández-Villalobos³, Ingrid Varela-Benavides³,
Joaquín Durán-Mora⁴, Wayner Montero-Carmona⁴

RESUMEN

Nematodos fitoparásitos asociados al arroz en las regiones Huetar Norte y Huetar Atlántica de Costa Rica. El objetivo de este trabajo fue determinar los nematodos fitoparasitarios asociados al cultivo del arroz en las regiones Huetar Norte y Huetar Atlántica de Costa Rica. Se cuantificó y describió el crecimiento poblacional de los principales géneros mediante modelos matemáticos y se elaboraron tablas de incidencia para los mismos. Un total de catorce campos de cultivo en la región Huetar Norte y quince en la región Huetar Atlántica fueron muestreados durante los años 2006 a 2009. Los nematodos extraídos de suelo y raíz fueron contados e identificados a nivel de género. En la región Huetar Norte el género con mayor densidad de población fue *Pratylenchus* (17 024 individuos/100 g de raíz) seguido de *Meloidogyne* (10 343 individuos/100 g de raíz). En la región Huetar Atlántica el género con mayor densidad de población fue *Meloidogyne* (18 806 individuos/100 g de raíz) seguido de *Pratylenchus* (8535 individuos/100 g raíz). Otros géneros determinados en las muestras fueron *Helicotylenchus*, *Tylenchorhynchus*, *Tylenchus* y *Criconemoides*. El modelo matemático que representó mejor la población de *Pratylenchus* fue el lineal ($R^2=0,99$), mientras que el crecimiento poblacional de *Meloidogyne* se ajustó a un modelo exponencial ($R^2=0,91$).

Palabras clave: *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, dinámica poblacional, escalas de evaluación.

ABSTRACT

Rice plant parasitic nematodes in the Northern and Atlantic Regions of Costa Rica. The objective of this study was to identify the plant parasitic nematodes associated with the rice crop in the Northern and Atlantic regions of Costa Rica. Population growth of the main genres was described and quantified using mathematical models, for which tables of incidence were constructed. A total of 14 rice fields in the Northern region and 15 rice fields in the Atlantic region were sampled between 2006 and 2009. Nematodes from soil and roots were extracted, then numbers of nematodes of each plant-feeding genus were counted. *Pratylenchus* was the genus with the greatest population density in the Northern region (17 024 individuals/100 g of root) followed by *Meloidogyne* (10 343 individuals/100 g of root). In the Atlantic Region the genus with the greatest population density was *Meloidogyne* (18 806 individuals/100 g of root) followed by *Pratylenchus* (8535 individuals/100 g of root). Other genera identified in the samples were *Helicotylenchus*, *Tylenchorhynchus*, *Tylenchus* and *Criconemoides*. The mathematical model that best represented the population of *Pratylenchus* was linear ($R^2 = 0.99$), while the population growth of *Meloidogyne* fitted an exponential model ($R^2 = 0.91$).

Key words: *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, population dynamics, evaluative scales.



¹ Recibido: 11 de junio, 2010. Aceptado: 16 de mayo, 2011.

² Director del Doctorado en Ciencias Naturales para el Desarrollo. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Sede San Carlos. Apartado 159-7050, Florencia, Alajuela. Tel: (506) 2475-5310. tjguzman@itcr.ac.cr

³ Laboratorio de Nematodos del Instituto Tecnológico de Costa Rica, Sede San Carlos. Apartado 159-7050, Florencia, Alajuela. Tel: (506) 2401-3124. sihernandez@itcr.ac.cr; invarela@itcr.ac.cr

⁴ Instituto Tecnológico de Costa Rica, Sede San Carlos. Apartado 159-7050, Florencia, Alajuela Tel: (506) 2401-3127, 2401-3047 e-mail: jduran@itcr.ac.cr; wamc.biotec@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El cultivo del arroz no se encuentra exento de ser atacado por nematodos. A nivel mundial se estima que el 76% del área dedicada a este cultivo se encuentra infestada con densidades nocivas de nematodos fitoparásitos. Más de 100 especies de estos han sido encontrados en asociación con arroz, inundado y seco; su frecuencia e importancia es muy variable (López *et al.* 1987).

El arroz es uno de los cereales más importantes en el mundo. En Costa Rica es básico en la alimentación diaria, alcanzando su consumo anual los 55 kg *per cápita*. Además la actividad arrocería en Costa Rica es de alta utilidad económica por unidad de área y provee sustento a gran cantidad de familias, de ahí la importancia de los estudios que se realicen en pro del conocimiento y perfeccionamiento del cultivo del arroz (Ramírez 2001).

Observaciones preliminares hechas en plantaciones de arroz de seco en la zona sureste de Costa Rica, demostraron que las mayores densidades poblacionales de nematodos fitoparásitos se localizan en los primeros 15 cm de profundidad y que, horizontalmente, las densidades variaron significativamente en pequeñas parcelas adyacentes entre sí (López *et al.* 1987).

Por su parte Sancho y Salazar (1985), elaboraron un trabajo de reconocimiento de los nematodos parásitos del arroz en el sureste de Costa Rica, en el cual *Helicotylenchus* sp. fue el nematodo más común. Le siguieron en orden descendente *Criconemella onoenisis*, *Tylenchorhynchus annulatus*, *Tylenchus* sp, *Pratylenchus zae* y *Meloidogyne salasi*. En lo referente al análisis de raíces, estos investigadores determinaron que únicamente *P. zae* y *M. salasi* estaban presentes a nivel de raíces. *T. annulatus* tuvo las densidades poblacionales más altas, y *Helicotylenchus* sp fue la especie más frecuentemente en los campos arroceros del sureste costarricense.

Aunque el aporte más importante de los nematodos que habitan el suelo es mantener la fertilidad del mismo, algunas especies fitófagas causan pérdidas significativas en los cultivos. Los nematodos producen daño mecánico o afectación de los procesos fisiológicos del desarrollo de la planta, disminuye el vigor y reducen la capacidad para soportar situaciones de estrés fisiológico, además producen pequeñas heridas, que luego se infectan con otros patógenos.

El objetivo de este trabajo fue determinar los nematodos fitoparasitarios asociados al cultivo del arroz, en las regiones Huetar Norte y Huetar Atlántica de Costa Rica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron muestreos en campos sembrados con arroz, de productores asociados a la Corporación Arrocería Nacional, en las regiones Huetar Norte (catorce productores, 700 ha) y Huetar Atlántica (quince productores, 140 ha), de Costa Rica. Los muestreos se realizaron entre agosto de 2006 y abril de 2009 en los ciclos de siembra, en intervalos de dos semanas en los años 2006 y 2007, y de cuatro semanas en los años 2008 y 2009.

Cada campo fue dividido en lotes, de acuerdo a la dimensión del mismo, en cada uno se tomó una muestra con la ayuda de una pala (Figura 1), compuesta por cinco puntos de muestreo separados entre sí por 35 m, en forma de zig zag, en cada punto de muestreo se extrajeron las raíces y suelo alrededor de una macolla y a 20 cm de profundidad. En el caso de que el campo solo estuviera preparado para la siembra, se tomó únicamente la muestra de suelo. El número de lotes y su ubicación en el campo se estimó dependiendo del tamaño y su diversidad de ambientes, de manera que

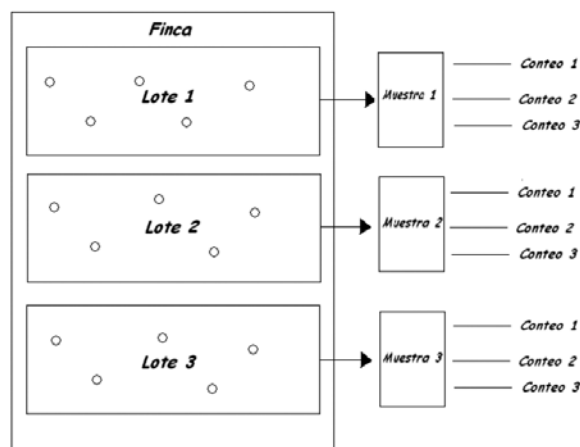


Figura 1. División de los lotes en cada campo y forma de toma de muestras para la extracción de nematodos en raíz y suelo, colectadas en cultivos de arroz en las regiones Huetar Norte y Huetar Atlántica de Costa Rica, en el periodo 2006-2009.

las muestras representaran la totalidad del campo. En total, se colectaron 234 muestras de raíz y 243 de suelo en la Región Huetar Norte y 186 muestras de raíz y 192 de suelo en la Región Huetar Atlántica.

Luego de su colecta, las muestras fueron rotuladas apropiadamente y colocadas en cajas de aislamiento térmico para su transporte hasta el Laboratorio de Nematología del Instituto Tecnológico de Costa Rica Sede San Carlos, en Santa Clara, Florencia, provincia de Alajuela. Una vez en el laboratorio cada muestra compuesta fue dividida en raíz y suelo. El suelo fue homogenizado, cuarteado y procesado por el método del Embudo de Berman para la extracción de los nematodos. Las raíces fueron lavadas y pesadas, se tomaron 25 g de raíz que fueron macerados en una licuadora a alta velocidad por quince segundos, los nematodos fueron extraídos por el método de centrifugación – flotación (Esquivel 1996).

Para cada muestra compuesta se procesaron tres submuestras de suelo de 25 g cada una y tres submuestras de raíz del mismo peso. A cada una de las submuestras de suelo y raíz, se les aplicó el protocolo de extracción correspondiente y posteriormente de este proceso, dichas extracciones fueron colocadas en una cámara para realizar el conteo e identificación a nivel de género de los nematodos fitoparásitos presentes en ella, esto con la ayuda de un microscopio invertido. Se calculó frecuencia de presencia de cada género, densidad promedio por 100 g de raíz o suelo y la correlación entre la densidad poblacional de nematodos y la edad de la plantación. Los datos fueron sometidos a análisis de regresión y se calcularon correlaciones entre las densidades poblacionales de nematodos y la edad de la plantación en días después de la siembra.

Para la determinación de las escalas empíricas de incidencia se tuvieron en cuenta los resultados obtenidos en los modelos matemáticos de regresión de las dinámicas poblacionales, de todos los productores, los años, las zonas y los ciclos. La determinación sistemática de las poblaciones desde la siembra y hasta la fase final del cultivo, fue el insumo necesario para la confección de dicho instrumento. Para la confección de las escalas se tuvieron en cuenta los nematodos con mayor presencia en las plantaciones de arroz. Por lo que se seleccionaron el *Meloidogyne* y *Pratylenchus*.

Los niveles de incidencia que aparecen fueron calculados sobre la base de los modelos matemáticos, y los datos reales de campo, que aparecen en cada región y género, en función de los días de siembra.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Frecuencia de presencia y densidad poblacional estimada de los nematodos

Un total de nueve géneros de nematodos fitoparásitos fueron detectados en las muestras recolectadas en la Región Huetar Norte y diez en la Huetar Atlántica asociados al cultivo del arroz en Costa Rica.

Meloidogyne y *Pratylenchus*, se presentaron en más del 80% de las muestras de raíz en ambas regiones. *Pratylenchus* fue el género que más frecuentemente fue detectado, estando en 99,1% de las muestras en la Región Huetar Norte y en 97,3% de la Huetar Atlántica. *Meloidogyne*, el segundo género en importancia, fue más frecuentemente detectado en las muestras de la Región Huetar Atlántica (87,6%) que en las de la Región Huetar Norte (79,1%). *Helicotylenchus* también estuvo presente en las muestras con una frecuencia mayor al 50% (Figura 2).

Meloidogyne y *Pratylenchus*, también mostraron las mayores densidades estimadas por peso fresco de raíz y suelo, siendo ambas superiores a los 10 000 individuos/100 g de raíz, en las dos regiones. El tercer género en importancia fue *Helicotylenchus*, seguido por *Criconemoides*, *Tylenchorhynchus* y *Paratylenchus* (Cuadro 1). Todos estos han sido reportados como asociados al cultivo del arroz en Costa Rica (González 1978, Sancho y Salazar 1985).

En la región Huetar Norte las densidades máximas detectadas, fueron para el género *Pratylenchus* (Cuadro 1). El siguiente nematodo en importancia fue

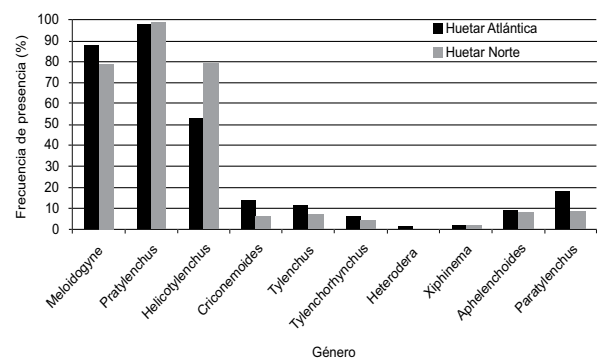


Figura 2. Frecuencia de nematodos fitoparásitos, en muestras de raíz de arroz colectadas en campos de cultivo en las regiones Huetar Norte y Huetar Atlántica de Costa Rica, en el periodo 2006-2009.

Cuadro 1. Densidad estimada de nematodos fitoparásitos por peso fresco de raíz y suelo, en muestras colectadas en campos de cultivo de arroz en las regiones Huetar Norte y Huetar Atlántica de Costa Rica, en el periodo 2006-2009.

Género	Huetar Norte		Huetar Atlántica	
	Individuos en 100 g de raíz	Individuos en 100 g de suelo	Individuos en 100 g de raíz	Individuos en 100 g de suelo
<i>Meloidogyne</i>	18 807	18	10 344	10
<i>Pratylenchus</i>	8535	15	17 024	31
<i>Helicotylenchus</i>	98	10	345	25
<i>Criconemoides</i>	3	0	1	0
<i>Tylenchus</i>	8	2	7	1
<i>Tylenchorrhynchus</i>	12	0	11	1
<i>Heterodera</i>	5	0	5	0
<i>Xiphinema</i>	2	0	2	0
<i>Aphelenchoides</i>	16	0	362	1
<i>Paratylenchus</i>	223	0	205	0
<i>Rotylenchus</i>	0	0	0	0
<i>Longidorus</i>	0	0	6	0
Vida libre	3282	171	2822	105

Meloidogyne que presentó densidades estimadas de 10 344 individuos/100 g de raíz. La predominancia de *Pratylenchus* en los campos de arroz en la Región Huetar Norte ya había sido reportada por López (2006). La importancia de un manejo integrado de *Pratylenchus* se hace más evidente si se toma en cuenta que puede sobrevivir en el suelo hasta seis meses en barbecho (Suárez y Rosales 2004).

Por su parte, en la región Huetar Atlántica, *Meloidogyne* fue el nematodo que se encontró en mayor densidad (Cuadro 1). Este nematodo endoparásito sedentario es muy común en las regiones tropicales, y que ataca gran variedad de cultivos. Según Sancho *et al.* (1987) el género *Meloidogyne* podría ser considerado el más importante en las plantaciones de arroz en el Pacífico Sureste.

Los resultados mostrados en el Cuadro 1 sugieren que en la Región Huetar Norte, *Pratylenchus* predomina sobre *Meloidogyne* y en la Región Huetar Atlántica el comportamiento es inverso. Umesh (1994) en un experimento efectuado en Cebada, define la competencia entre las especies *P. neglectus* y *M. chitwoodi*, indicando que la especie que parasitó primero las raíces impidió la penetración y desarrollo de la otra. Fernández y Ortega (1982) explican que este efecto se debe al daño que causa en los tejidos del género que invade en primera instancia.

Con respecto a la densidad estimada de los nematodos fitoparásitos en las muestras de suelo, la tendencia es similar a la presentada en raíz. Aunque, *Helicotylenchus*, que es un nematodo ectoparásito, tiene mayor importancia relativa en suelo.

Con respecto a otros géneros, los mismos fueron detectados en densidades poblacionales bajas (Cuadro 1), y se presentaron en pocos muestreos (Figura 2). *Tylenchus*, *Heterodera*, *Rotylenchus* y *Paratylenchus*, no habían sido reportados como asociados al cultivo del arroz en Costa Rica.

Los nematodos de vida libre presentaron las densidades poblacionales estimadas más altas en el suelo (Cuadro 1), hay que apuntar que dentro del grupo de los nematodos se agrupan más de 15 000 especies y que la mayor parte de las infestaciones patógenas causadas por nematodos pertenecen a unas cuantas especies de nematodos fitófagos.

Dinámica poblacional de *Pratylenchus* y *Meloidogyne* en plantaciones de arroz de las Regiones Huetar Norte y Huetar Atlántica de Costa Rica

La densidad poblacional del género *Pratylenchus* mostró una correlación alta (mayor a 0,9) con respecto a la edad de la plantación de arroz, tanto en la Región

Huetar Norte como en la Región Huetar Atlántica (Figuras 3 y 4), este incremento puede explicarse con una función de regresión lineal, la cual permitiría eventualmente prever el grado de infección realizando únicamente algunos muestreos. Esta descripción de la dinámica poblacional de *Pratylenchus* resulta muy importante si se quiere realizar un manejo integrado para su control.

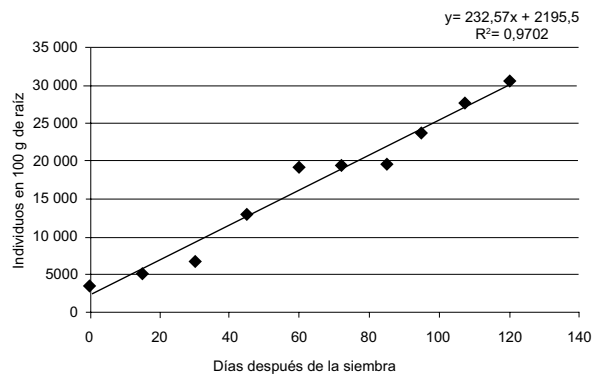


Figura 3. Progresión poblacional de *Pratylenchus* en raíz de arroz según edad de la plantación en muestras colectadas en la región Huetar Norte de Costa Rica, en el periodo 2006-2009.

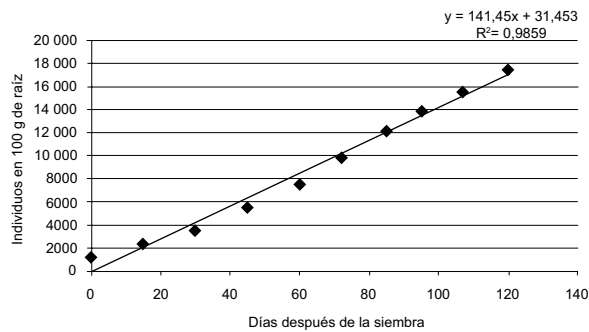


Figura 4. Progresión poblacional de *Pratylenchus* en raíz de arroz según edad de la plantación en muestras colectadas en la región Huetar Atlántica de Costa Rica, en el periodo 2006-2009.

La densidad poblacional de *Meloidogyne* tuvo una correlación alta con respecto a la edad de la plantación de arroz, tanto en la Región Huetar Norte como en la Región Huetar Atlántica (Figuras 5 y 6). Sin embargo,

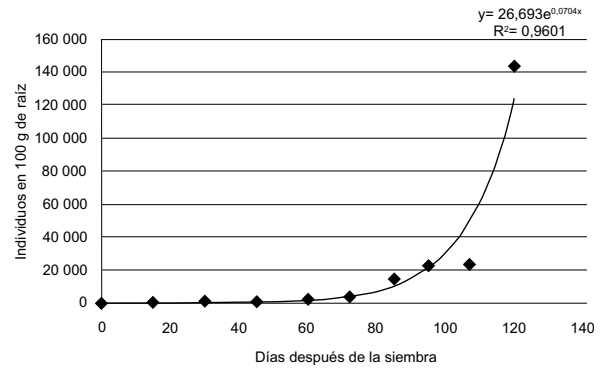


Figura 5. Progresión poblacional de *Meloidogyne* en raíz de arroz según edad de la plantación en la Región Huetar Norte, Costa Rica, en el periodo 2006-2009.

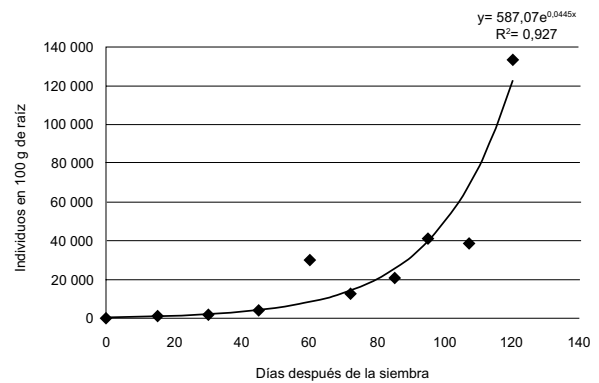


Figura 6. Progresión poblacional de *Meloidogyne* en raíz de arroz según edad de la plantación en la Región Huetar Atlántica, Costa Rica, en el periodo 2006-2009.

a diferencia de *Pratylenchus*, *Meloidogyne* tuvo un incremento poblacional exponencial, el incremento en la densidad de población de *Meloidogyne* también pudo explicarse por una función de regresión exponencial, que contribuiría a desarrollar un programa de manejo integrado del nematodo.

El crecimiento exponencial de *Meloidogyne* podría implicar que al final del ciclo de cultivo la densidad poblacional del mismo podría incrementarse a niveles que podrían resultar dañinos para la plantación. Se debe considerar que la fuente de alimento se convierte

en un recurso limitado conforme crece la población o por antagonismo con otros nematodos.

Incidencia de los géneros de mayor importancia económica en el cultivo del arroz en las regiones Huetar Norte y Huetar Atlántica, de Costa Rica

Los respectivos niveles de incidencia de los nematodos o rangos de conteo para los géneros

Pratylenchus y *Meloidogyne*, se muestran en los Cuadros 2, 3, 4 y 5, la incidencia es estimada de acuerdo a la cantidad de individuos en 100 g de raíz, de acuerdo a cada modelo estimado y en función de los días de siembra en cada caso respectivamente. En dichos niveles de incidencia se puede observar que para *Pratylenchus* en la región Huetar Norte los valores o rangos de conteo son mayores, superando los 87 000 individuos en niveles de incidencia 9 a los

Cuadro 2. Niveles de incidencia para la estimación de nematodos en función de los días de siembra (individuos en 100 g de raíz) del género *Pratylenchus* en raíz de arroz, en la Región Huetar Norte de Costa Rica. Generada en el periodo 2006-2009.

Región Huetar Norte						
Días después de la siembra						
Escala	0-28	29-59	60-85	86-107	mayor a 107	
<i>Pratylenchus</i>	0	≤80	≤1000	≤3000	≤4700	≤6000
	1	81-160	1000-1600	3001-4300	4701-7000	6001-8800
	2	161-1200	1601-2300	4301-8000	7001-8500	8801-11 600
	3	1201-2300	2301-3000	8001-11 500	8501-10 000	11 601-14 500
	4	2301-3800	3001-5500	11 501-16 700	10 001-15 500	14 501-22 000
	5	3801-4600	5501-6700	16 701-21 000	15 501-18 500	22 001-25 800
	6	4601-5400	6701-8000	21 001-24 000	18 501-21 300	25 801-30 000
	7	5401-7000	8001-14 700	24 001-38 000	21 301-39 300	30 001-58 000
	8	7001-8600	14 701-21 600	38 001-52 000	39 301-57 000	58 001-87 000
	9	≥8601	≥21 601	≥52 001	≥57 001	≥87 001

Cuadro 3. Niveles de incidencia para la estimación de nematodos en función de la fecha de siembra (individuos en 100 g de raíz) del género *Meloidogyne* en raíz de arroz, en la Región Huetar Norte de Costa Rica. Generada en el periodo 2006-2009.

Región Huetar Norte						
Días después de la siembra						
Escala	0-28	29-59	60-85	86-107	mayor a 107	
<i>Meloidogyne</i>	0	≤6	≤30	≤15	≤130	≤750
	1	7-11	31-45	16-30	131-250	751-1380
	2	12-19	46-65	31-105	251-850	1381-3500
	3	20-27	66-82	106-180	851-1440	3501-5780
	4	28-35	83-235	181-510	1441-5300	5781-14 100
	5	36-40	236-315	511-675	5301-7200	14 101-18 350
	6	41-45	316-400	676-845	7201-9200	18 351-22 550
	7	46-49	401-1750	846-5700	9201-3800	22551-57 100
	8	50-55	1751-3100	5701-10 600	38 001-67 000	57 101-91 700
	9	≥56	≥3101	≥10 601	≥67 001	≥91 700

Cuadro 4. Nivel de incidencia para la estimación de nematodos en función de los días de siembra (individuos en 100 g de raíz) del género *Pratylenchus* en raíz de arroz, en la Región Huetar Atlántica de Costa Rica. Generada en el periodo 2006-2009.

Región Huetar Atlántica						
Días después de la siembra						
Escala	0-28	29-59	60-85	86-107	mayor a 107	
<i>Pratylenchus</i>	0	≤72	≤350	≤1700	≤1400	≤4000
	1	73-140	351-540	1701-2400	1401-2000	4001-6400
	2	141-400	541-780	2401-3400	2001-3000	6401-8000
	3	401-640	781-1000	3401-4300	3001-4000	8001-9800
	4	641-1500	1001-1400	4301-5500	4001-10 000	9801-13 000
	5	1501-2000	1400-1600	5501-6000	10 001-13 000	13 001-14 700
	6	2001-2500	1601-2000	6001-6700	13 001-16 000	14 701-16 500
	7	2501-2750	2000-8000	6701-16 000	16 001-30 000	16 501-32 000
	8	2750-3000	8001-14 000	16 001-25 000	30 001-42 000	32 001-47 000
	9	≥3001	≥14 001	≥25 001	≥42 001	≥47 001

Cuadro 5. Nivel de incidencia para la estimación de nematodos en función de los días de siembra (individuos en 100 g de raíz) del género *Meloidogyne* en raíz de arroz, en la Región Huetar Atlántica de Costa Rica. Generada en el periodo 2006-2009.

Región Huetar Atlántica						
Días después de la siembra						
Escala	0-28	29-59	60-85	86-107	mayor a 107	
<i>Meloidogyne</i>	0	≤11	≤43	≤1000	≤1600	≤2700
	1	12-22	44-75	1001-1750	1601-2850	2001-5000
	2	23-35	76-130	1751-4800	2851-6300	5001-10 000
	3	36-45	131-180	4801-7800	6301-10000	10 001-15 000
	4	46-65	181-450	7801-14 000	10 001-20 600	15 001-26 000
	5	66-75	451-580	14 001-17 000	20 601-26 000	26 001-31 000
	6	76-85	581-700	17 001-20 000	26 001-31 500	31 001-36 000
	7	86-800	701-5200	20 001-75 000	31 501-50 500	36 001-92 000
	8	801-1700	5201-9700	75 001-132 000	50 501-69 500	92 001-150 000
	9	≥1701	≥9701	≥13 2001	≥69 501	≥150 001

107 días, mientras que en la región Huetar Atlántica los niveles de incidencia son de 9 y para los 107 días después de la siembra, los rangos de conteo llegaron a 47 001 individuos lo que nos indica que la incidencia de *Pratylenchus* fue mayor en la Región Huetar Norte que en la Región Huetar Atlántica.

En cuanto a *Meloidogyne*, este género muestra valores o rangos de conteo menores en la Región Huetar Norte, los valores, a diferencia de *Pratylenchus*, muestran un incremento exponencial, por lo que *Meloidogyne* alcanzó 91 700 individuos en el nivel de incidencia 9 a los 107 días (Cuadro 4). Por otro lado en la Región

Huetar Atlántica, los valores o rangos de conteo son mayores, alcanzando densidades poblacionales mayores a 150 001 individuos para el nivel 9 a los 107 días después de la siembra, esto nos indica que la incidencia de *Meloidogyne* fue mayor para la Región Huetar Atlántica que para la Región Huetar Norte (Cuadro 5).

Los resultados obtenidos en este estudio, concuerdan con los reportados por la literatura para otras regiones en Costa Rica, tanto por los géneros detectados, como por la importancia relativa de cada género.

Los géneros de nematodos de mayor importancia detectados en el cultivo del arroz en las regiones Huetar Norte y Huetar Atlántica de Costa Rica fueron *Pratylenchus*, *Meloidogyne* y *Helicotylenchus*. Aunque por la densidad en la que fueron detectados, y por ser reconocidas plagas en otros cultivos, *Pratylenchus* y *Meloidogyne* son los géneros que pudieran ser de importancia económica en el cultivo del arroz en estas regiones.

Estudiando la frecuencia de presencia de los géneros detectados y su densidad de población por región, se infiere un posible antagonismo entre *Pratylenchus* y *Meloidogyne*.

Tanto *Pratylenchus* como *Meloidogyne* mostraron una correlación alta entre el aumento de su densidad poblacional y la edad de la plantación de arroz, además *Pratylenchus* tuvo un crecimiento poblacional lineal, mientras que *Meloidogyne* mostró un crecimiento poblacional exponencial. Ambos modelos matemáticos y sus respectivos niveles de incidencia para la estimación en función de los días de siembra, serán de gran utilidad al desarrollar un plan de manejo integrado de plagas para ambos nematodos, esto porque permitirán predecir el comportamiento de las poblaciones con el fin de determinar qué tipo de control es más adecuado en un momento dado.

Se recomienda en futuros trabajos relacionados con la determinación de incidencia, calcular el umbral de daños de estos organismos sobre el arroz, o determinar el nivel mínimo y máximo de pérdidas sobre indicadores del crecimiento de la planta o de rendimiento.

LITERATURA CITADA

- Esquivel, A. 1996. Algunas técnicas de extracción de nematodos. Boletín Agrario N° 56 Año 15, Escuela de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional, Heredia. 21 p.
- Fernández, M; Ortega, J. 1982. Comportamiento de las poblaciones de nematodos fitoparásitos en plátano enano Cavendish. Ciencias de la Agricultura 13:7-17.
- González, L. 1978. Nematodos fitoparásitos asociados con la rizosfera de arroz y maíz en varias zonas agrícolas de Costa Rica. Agronomía Costarricense 2(2):171-173.
- López, JD. 2006. Determinación preliminar de géneros y densidades poblacionales de nematodos asociados al cultivo del arroz (*Oryza sativa*) en la región Huetar Norte de Costa Rica. Proyecto Bach. Ing. Agr. San Carlos, CR, ITCR. 52 p.
- López, R; Salazar, L; Azofeifa, J. 1987. Nematodos asociados al arroz (*Oriza sativa* L.) en Costa Rica. V. Frecuencia y densidades poblacionales en las principales zonas productoras. Agronomía Costarricense. 11(2):215-220.
- Ramírez, J. 2001. Comportamiento agronómico, productivo e industrial de arroz (*Oriza sativa*) variedad SETESA-9 en La Vega, San Carlos, Costa Rica. Informe Bach. Ing. Agr. San Carlos, Costa Rica. ITCR. 69 p.
- Sancho, C; Salazar, L. 1985. Nematodos parásitos del arroz (*Oriza sativa* L.) en el sureste de Costa Rica. Agronomía Costarricense 9(2):161-163.
- Sancho, C; Salazar, L; López, R. 1987. Efecto de la densidad inicial del inóculo sobre la patogenicidad de *Meloidogyne salasi* en tres cultivares de arroz. Agronomía Costarricense 11(2):233-238.
- Suárez, H; Rosales, L. 2004. Competition between the plant-parasitic nematodes *Pratylenchus neglectus* and *Meloidogyne chitwoodii*. Journal of Nematology 26(3):286-295.
- Umesh, KC. 1994. Competition between the plant-parasitic nematodes *Pratylenchus neglectus* and *Meloidogyne chitwoodii*. Journal of Nematology 26(3):286-295.