

**Nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.)  
en la provincia de Luya, Amazonas**  
**Plant parasitic nematodes associated with potato crops (*Solanum tuberosum* L.)  
in the province of Luya, Amazonas**

Nora Vera Obando<sup>1</sup> y Manuel Oliva<sup>2</sup>

**RESUMEN**

La provincia de Luya es considerada la principal zona productora de papa (*Solanum tuberosum*), de la región Amazonas. Por ello, el presente trabajo tuvo como objetivo identificar los principales géneros de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de papa y sus respectivos porcentajes de ocurrencia (frecuencias) y densidades poblacionales promedio. Se analizaron muestras de suelo y raíces colectadas de 35 campos de papa de la provincia de Luya, ubicados entre 2502 y 2993 m.s.n.m. Las muestras fueron procesadas por duplicado mediante el método de Baerman modificado en bandeja, utilizando 50 cc. de suelo y 5 g. de raíces. En las muestras de suelo, se identificaron los trece géneros más frecuentes de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de papa. El género *Helicotylenchus* fue encontrado en casi todos los campos muestreados con una densidad poblacional promedio de 25,9 (suelo) y 5,64 (raíces), lo que indica que este nematodo se encuentra ampliamente distribuido en los campos muestreados. De los géneros encontrados, *Globodera* es reportado como el fitonematodo de mayor riesgo para el cultivo de papa, encontrándose con la mayor densidad poblacional promedio de 50,0 en muestras de suelo, y 4,75 en muestras de raíces.

**Palabras clave:** *Solanum tuberosum*, *Helicotylenchus*, *Globodera*, nematodos, papa.

**ABSTRACT**

The main producing area of potato (*Solanum tuberosum* L.) in Amazonas region is Luya. This study aimed to identify the main genera of plant parasitic nematodes associated with potatoes and their respective percentages of occurrence (frequency) and average population densities. Collected samples of soil and roots from 35 potato fields in the province of Luya, located between 2502 m and 2993 were analyzed. Samples were processed in duplicate by the method of modified Baerman on tray, using 50 cc. of soil and 5 g. of root. In soil samples, thirteen genera of plant parasitic nematodes associated with potato crop were identified. The genus *Helicotylenchus* was found in nearly all sampled fields with an average population density of 25,9 (soil) and 5,64 (roots), indicating that this nematode is widely distributed in the sampled fields. *Globodera* is considered a potential threat to potato production and had the highest average population density of about 50,0 in soil and 4,75 in roots.

**Keywords:** *Solanum tuberosum*, *Helicotylenchus*, *Globodera*, nematodes, potato

<sup>1</sup>Bióloga Microbióloga. Investigadora del INDES-CES, UNTRM. e-mail: nvera@indes-ces.edu.pe

<sup>2</sup>Ingeniero Agrónomo. Investigador del INDES-CES, UNTRM. e-mail: soliva@indes-ces.edu.pe

## I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de papa contribuye al desarrollo socioeconómico de los agricultores locales de todas las provincias andinas de Perú y es una fuente de recursos genéticos, por la gran diversidad de variedades presentes en nuestro país. A su vez, es el segundo cultivo después del café, con mayor área de superficie agrícola en el Perú con 367,7 mil hectáreas, lo que representa el 8,8 % del área total (INEI, 2013).

En este contexto, y dentro de la región Amazonas, la provincia de Luya es la principal productora de papa (Ramírez, 2010). Sin embargo, sus diferentes distritos presentan limitaciones en la producción, debido al inadecuado manejo del cultivo frente a la presencia de enfermedades y plagas, especialmente en el uso de insecticidas, fungicidas, nematicidas y fertilizantes. Asimismo, se da una incorrecta realización de prácticas, lo que favorece el incremento poblacional de los patógenos presentes, además de propiciar la introducción de otros. Una de estas malas prácticas es el sistema de monocultivo, que trae como consecuencia el incremento de daños por patógenos presentes en el suelo y una reducción en la rentabilidad del cultivo.

Entre los patógenos que influyen negativamente en la producción de papa se encuentran los nematodos fitoparásitos, los que pueden llegar a causar pérdidas significativas en el rendimiento y reducir la calidad de los tubérculos. Existen al menos 68 especies de nematodos fitoparásitos que afectan el cultivo de papa alrededor del mundo, los que están representados en 24 géneros. La importancia económica sobre la producción de la papa, para muchas de estas especies, aún no ha sido establecida; sin embargo, algunos géneros son mundialmente reconocidos por las pérdidas ocasionadas (Brodie, 1998).

El nematodo más representativo es el género *Globodera* (con reportes de pérdidas en el rendimiento de hasta 50%) (Pacajes *et al.*, 2002), presente principalmente en climas fríos de la región tropical y subtropical; *Meloidogyne* y *Ditylenchus*, presentes en climas más cálidos de Norte y Suramérica, y *Nacobbus* y *Pratylenchus*, que afectan también de manera importante el rendimiento del cultivo (Carta *et al.*, 2005). Además,

los nematodos *Nacobbus* y *Meloidogyne*, debido a su estrecha relación con el hospedante, pueden afectar también a tubérculos, lo que facilita su dispersión de un campo a otro mediante tubérculo-semilla; en cambio, *Globodera* se disemina mediante el suelo adherido en los tubérculos (Gonzales y Franco, 1997).

El nivel de daño causado por nematodos depende del grado de asociación hospedante-nematodo, de la especie o raza, de la densidad poblacional del nematodo, de la susceptibilidad del hospedante, de las condiciones de suelo, del ambiente y de la interrelación entre los nematodos y otros organismos fitopatógenos. La combinación de todos estos factores determina la severidad de la enfermedad y, consecuentemente, la disminución en la producción (García, 2005). En este sentido, como síntomas causados por nematodos tenemos daños en las raíces, reducción del crecimiento, clorosis y marchitamiento (Coyne *et al.*, 2007).

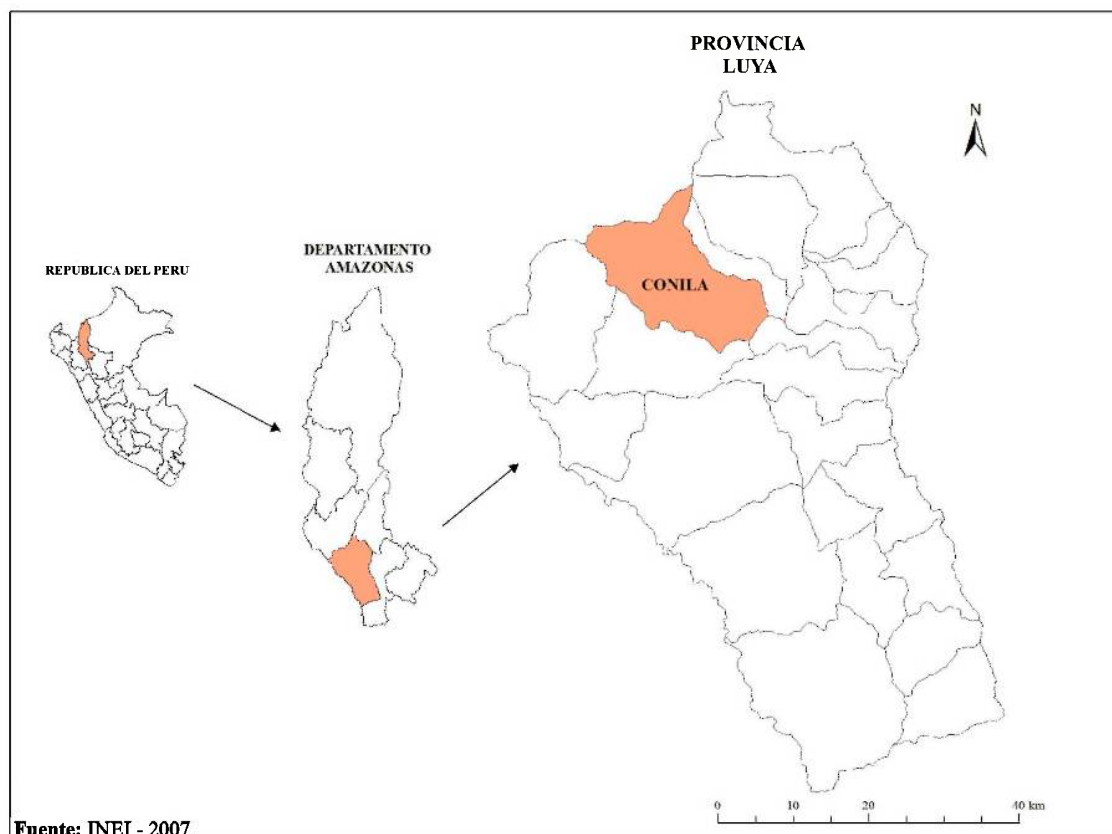
La correcta identificación de los nematodos, presentes en las plantaciones de papa, es esencial para una efectiva estrategia de manejo integrado, ya que el control efectivo de estos nematodos se basa en el conocimiento de cuál de ellos está presente en el suelo y en su cantidad (García, 2005).

En la actualidad no se encuentran trabajos publicados sobre nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de papa, en el departamento de Amazonas. Por ello, es importante realizar estudios que permitan conocer cuáles son los nematodos que están asociados a este cultivo y así, de esta manera, poder llevar a cabo medidas para su manejo y control efectivo.

Con base en lo anterior, el presente trabajo está orientado a determinar los géneros de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de papa en la provincia de Luya y a determinar sus frecuencias y densidades poblacionales en los campos muestreados.

## II. MATERIAL Y MÉTODOS

Para la obtención de las muestras se escogieron 35 campos cultivados del principal distrito productor de papa de la provincia de Luya: Conila - Cohechan, que se encuentra a media hora de la capital de la provincia.



Fuente: INEI - 2007

Figura 1. Mapa de ubicación de la zona de estudio, distrito de Conila, provincia de Luya, región Amazonas

Las muestras se colectaron mediante un muestreo aleatorio simple, utilizando una lampa de mano. Se tomaron 10 sub-muestras de suelo y raíces (Barker, 1985), colectadas en la rizosfera de plantas de papa hasta una profundidad de 20 cm. Estas se homogeneizaron, conformando una muestra de aproximadamente 1 kg de suelo y 200 g de raíz por cada campo. A continuación, cada muestra se colocó en una bolsa de polietileno, en la que se registró el código de muestra con su respectiva etiqueta. Asimismo, se registraron las coordenadas geográficas, mediante una unidad portátil de posicionamiento global y se tomó la información de campo respectiva.

El procesamiento de las muestras se realizó en el Laboratorio de Fitopatología de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Aquí se efectuó la extracción de nematodos del suelo y de las raíces mediante el método de Baerman modificado en bandeja (Coyne *et al.*, 2007), utilizando 50 cc de suelo y 5 g de raíces. Cada muestra fue procesada por duplicado, y después de 48 horas de reposo, se extrajeron los sedimen-

tos. Estos se pasaron por un tamiz de 500 micras y una apertura de 35 $\mu$ m, y se colocaron en placas Petri, para luego ser examinados con la ayuda de un microscopio estereoscópico Carl Zeiss, modelo Stemi DV-4 y un microscopio compuesto Meiji, modelo MT4300L. Para la identificación de géneros se observaron características morfológicas, comparándolas con las descripciones señaladas en la literatura y claves taxonómicas (Cepeda, 1996; Mai y Mullin, 1996). Finalmente, se determinaron las frecuencias y densidades poblacionales promedio en las áreas muestreadas, mediante estadística descriptiva.

### III. RESULTADOS

Las muestras de suelo presentaron entre uno y ocho géneros de nematodos fitoparásitos, mientras que en las raíces el número de géneros osciló entre cero y tres (Tabla 1). El 100 % de las parcelas estudiadas presentaron nematodos fitoparásitos en las muestras de suelo, y el 68,6% en las muestras de raíces de papa.

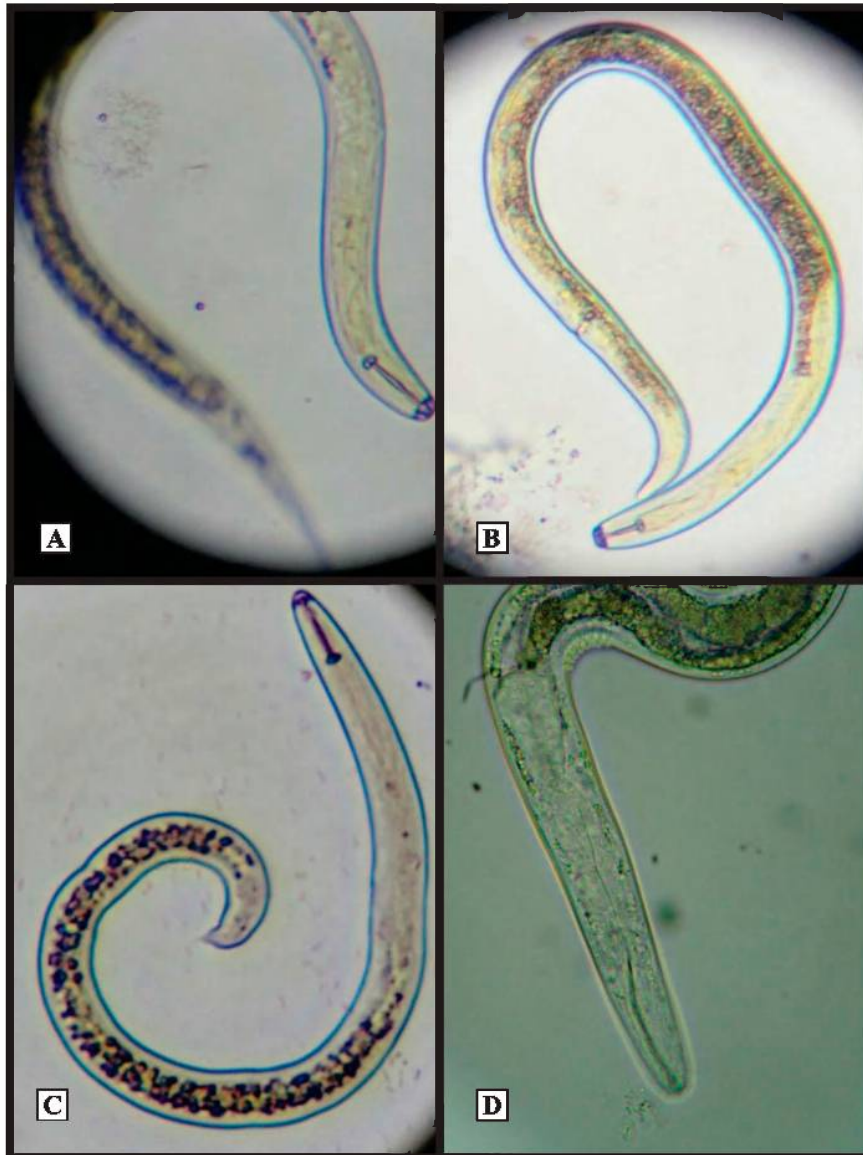
Las frecuencias más altas encontradas en muestras de suelo fueron: *Helicotylenchus* (80%), *Tylenchus* (68,57%), *Aphelenchus* (37,14%), *Globodera* (28,57%), y *Aphelenchoides* (25,71 %), mientras que las frecuencias más bajas se correspondieron con los géneros *Paratylenchus* (2,86%) y *Rotylenchus* (2,86%). Por otro lado, en muestras de raíces, las frecuencias más altas fueron las correspondientes a los géneros *Helicotylenchus* (31,43%), *Globodera* (22,86%), y *Aphelenchus* (20%), mientras que las más bajas se encontraron en *Pratylenchus* (5,71%) y *Trichodorus* (2,86%) (Tabla 1).

Las frecuencias y densidades poblacionales de los nematodos encontrados variaron según el género de nematodo y según el campo muestreado. De esta manera, los principales géneros encontrados en este estudio fueron *Globodera*, *Pratylenchus*, *Helicotylenchus*, y *Trichodorus* (Figura 2), los cuales destacan dentro de la tabla 1.

Las mayores densidades poblacionales promedio de muestras positivas de suelo correspondieron a *Globodera* (50 nem/100 cc) y *Helicotylenchus* (25,9); complementariamente, en muestras de raíces fueron *Helicotylenchus* (5,64 nem/5 g) y *Globodera* (4,75) (Tabla 1).

**Tabla 1.** Frecuencia, densidad poblacional de géneros de nematodos fitoparásitos en suelo y raíces de papa en campos de cultivo en la provincia de Luya, Amazonas.

Fitonematodos	Cultivos con Fitonematodos (%)		Densidad poblacional en muestras positivas (Min-Máx)	
	Suelo	Raíz	Suelo (nem/100 cc)	Raíz (nem/5g)
<b>Helicotylenchus</b>	80,00	31,43	25,9 (3-243)	5,64 (1-23)
<b>Tylenchus</b>	68,57	14,29	4,8 (1-10)	2,2 82-3)
<b>Aphelenchus</b>	37,14	20,00	4,2 (1-14)	2,14 (1-3)
<b>Globodera</b>	28,57	22,86	50 (3-343)	4,75 (1-19)
<b>Aphelenchoides</b>	25,71	8,57	6,3 (3-11)	4,34 (2-7)
<b>Trichodorus</b>	17,14	2,86	5,3 (2-9)	3,00
<b>Pratylenchus</b>	17,14	5,71	4,5 (2-9)	4,5 (2-7)
<b>Tylenchorhynchus</b>	14,29	0	3 (1-5)	0
<b>Rotylenchulus</b>	14,29	0	3 (2-7)	0
<b>Paratrichodorus</b>	5,71	0	1,5 (1-2)	0
<b>Hoplolaimus</b>	5,71	0	1 (1-1)	0
<b>Paratylenchus</b>	2,86	0	2	0
<b>Rotylenchus</b>	2,86	0	11	0
<b>TOTAL</b>	100,00	68,6	-	-



**Figura 2.** Nematodos fitoparásitos identificados en muestras de suelo y raíces de papa en la provincia de Luya, Amazonas. A: *Globodera* sp. B: *Pratylenchus* sp. C: *Helicotylenchus* sp. D: *Trichodorus* sp.

#### IV. DISCUSIÓN

En las muestras de suelo, el nematodo con mayor frecuencia (80%) fue *Helicotylenchus*, mientras que la segunda densidad poblacional más alta (25,9 nem/ 100 cc), seguida de *Globodera* (50%). Esto concuerda con lo reportado por Ramírez (1979), quien indica que *Helicotylenchus* alcanzó el mayor promedio poblacional en muestras de suelo, y donde los nematodos con mayor frecuencia reportados fueron los géneros de la subfamilia Tylenchinae. Al ser *Helicotylenchus* un nematodo semiectoparásito, esto explicaría su presencia tanto en suelo como en raíces.

Al reportarse nematodos del género *Helicotylenchus*, *Aphelenchoides*, *Xiphinema*, *Criconema*, *Mesocriconem* y *Pratylenchus* en el cultivo de papa evidencia la diversa nematofauna asociada al cultivo. Sin embargo, por el hecho de no estar reportados como patogénicos importantes se podría presumir que no están afectando significativamente el rendimiento (Kimpinski y Smith, 1988; Jiménez-Pérez *et al.*, 2007). No obstante, en un estudio de determinación de la comunidad de nematodos presentes en el cultivo de papa, donde se identificaron 14 géneros, los nematodos *Helicotylenchus mucronatus*, *Rotylenchus buxophilus*, y *Meloidogyne microcephala* constituyeron un

potencial problema en la producción del cultivo en el área de estudio (Matute *et al.*, 2013). Por ello, es necesario determinar el nivel de daño que podrían estar causando los nematodos del género *Helicotylenchus* en los cultivos de papa de la provincia de Luya cuando se encuentran en medianas y grandes cantidades.

Los resultados obtenidos muestran una amplia distribución de algunos nematodos en las áreas de cultivo muestreadas y aunque algunos géneros se encontraron en alta y mediana frecuencia, en general, sus densidades poblacionales fueron bajas, como es el caso de *Tylenchus*, *Aphelenchoides*, *Aphelenchus* y *Trichodorus*. Esto se debe, probablemente, a que estos géneros son nematodos ectoparásitos para los cuales la relación hospedero-parásito no siempre es permanente.

Los nematodos del género *Pratylenchus* fueron encontrados con una frecuencia de 17.14%, lo que nos indica que se encuentran presentes, pero no de manera muy significativa en los campos evaluados de la provincia de Luya. Este patógeno constituye un género importante en el cultivo, debido al daño que ocasiona en las raíces y en el rendimiento del mismo. Desde los estudios iniciales de los nematodos asociados al cultivo de papa, *Pratylenchus* ha constituido uno de los más frecuentes (Brown *et al.*, 1980; Olthof *et al.*, 1982; Kimpinski, 1987), es así que Brown *et al.* (1980) lo reporta en un 65 % y 84 % en muestras de suelo y raíces respectivamente, en campos evaluados en Ohio, USA.

Olthof *et al.* (1982) describe a *Pratylenchus penetrans* y *Meloidogyne hapla* como los más frecuentes, y a *Paratylenchus projectus*, *Tylenchorhynchus claytoni*, *Merlinius brevidens*, *Helicotylenchus digonicus*, *H. platyurus*, *H. pseudorobustus*, *Paratylenchus hamatus*, *Scutylenechus quadrifer*, y *Xiphinema americanum*, como nematodos habituales al cultivo de papa.

Los géneros de nematodos, encontrados en el presente trabajo, han sido también reportados por otros autores. Así, Coyne *et al.* (2003), en un estudio de nematodos asociados a raíces y tubérculos en Uganda, también encontraron los géneros *Aphelenchoides*, *Helicotylenchus*, *Criconemella*, *Hemicycliophora*, *Meloidogyne*, *Paratrichodorus*, *Paratylenchus*, *Rotylenchulus*, *Scutellonema*, *Tylenchorhynchus*, *Tylenchulus* y *Xiphinema*.

Según Lax *et al.* (2006), en un trabajo realizado en Argentina y Bolivia, se determinó que los nematodos fitoparásitos en tubérculos andinos, incluida la papa, fueron *Meloidogyne incognita*, *M. javanica*, *Globodera* sp., *Pratylenchus* sp., *Hexatylus* sp. y *Aphelenchus avenae*. En México (Desgarenes *et al.*, 2009) se identificaron nematodos asociados a la rizosfera de la papa de los géneros: *Aphelenchoides*, *Aphelenchus*, *Crassolabium*, *Mesodorylaimus*, *Plectus* y *Steinernema*, y a *Globodera rostochiensis*, entre otras especies.

A pesar de la diversidad de fitonematodos encontrados en los campos de cultivo de papa, *Globodera*, constituye el nematodo de mayor importancia en zonas andinas. El presente trabajo tuvo como resultado una frecuencia de 28,57% en suelo y de 22,86% en raíces, siendo el mayor promedio poblacional en los campos evaluados de la provincia de Luya (50 nem / 100 cc). Es decir, en los campos muestreados, algunos estaban presentes en grandes cantidades, evidenciando su alta capacidad de reproducción e interacción con su cultivo hospedante en las condiciones ambientales apropiadas; esto ocasiona serias pérdidas en el rendimiento del cultivo (Franco y Gonzales, 2011).

Finalmente, la mezcla de diferentes géneros, especies y poblaciones de nematodos en un mismo campo, como es el caso de los campos evaluados en la provincia de Luya, es un aspecto que debe ser considerado cuando se lleve a cabo un manejo de poblaciones con medidas fitosanitarias, incluyendo aspectos que no son considerados cuando se encuentra un solo género, especie o población de nematodo (Cid del Prado *et al.*, 2001).

## V. CONCLUSIONES

El presente trabajo constituye el primer registro de géneros de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de papa en el departamento de Amazonas.

Se encontraron trece géneros de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de papa en los campos evaluados en la provincia de Luya, Amazonas; los cuales, según su frecuencia de mayor a menor en muestras de suelo, fueron: *Helicotylenchus* (80%), *Tylenchus*

(68,57%), *Aphelenchus* (37,14%), *Globodera* (28,57%), *Aphelenchoides* (25,71%), *Trichodorus* (17,14%), *Pratylenchus* (17,14%), *Tylenchorhynchus* (14,29%), *Rotylenchulus* (14,29%), *Paratrichodorus* (5,71%), *Hoplolaimus* (5,71%), *Paratylenchus* (2,86%) y *Rotylenchus* (2,86%).

En las muestras de raíces, de acuerdo a su frecuencia de mayor a menor, los fitonematodos encontrados fueron: *Helicotylenchus* (31,43%), *Globodera* (22,86%), *Aphelenchus* (20%), *Tylenchus* (14,9%), *Aphelenchoides* (8,57%), *Pratylenchus* (5,71%) y *Trichodorus* (2,86%).

Los mayores promedios poblacionales en muestras de suelo y raíces correspondieron a *Globodera* (50 y 4,75 respectivamente) y *Helicotylenchus* (25,9 y 5,64 respectivamente).

## VL REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barker, K. R. "Sampling nematodes communities". En *Advanced Treatise on Meloidogyne: Methodology*, de K. R. Barker, C. C. Carter & J. N. Sasser, Vol II:3-17. Carolina del Norte: Raleigh, NC-Department of Plant Pathology, 1985.
- Brodie, B. "Plant and Nematode Interactions". *Agronomy Monograph*, núm.36, 1998: 567-594.
- Brown, M. J., R. M. Riedel & R. C. Rowe. "Species of *Pratylenchus* Associated with *Solanum tuberosum* cv Superior in Ohio". *Journal of Nematology*, Vol.12, 1980: 189-192.
- Carta, L. K., Z. A. Handoo, T. O. Powers, S. A. Miller, R. Pérez & A. Ramírez. "Guidelines for Isolation and Identification of Regulated Nematodes of Potato (*Solanum tuberosum* L.) in North America". *Revista Mexicana de Fitopatología*, Vol.23, 2005: 211-222.
- Cepeda, M. *Nematología Agrícola*. México: Trillas, 1996.
- Cid del Prado, I., A. Tova & J. Hernández. "Distribución de Especies y Razas de Meloidogyne en México". *Revista Mexicana de Fitopatología*, Vol.19, 2001: 32-39.
- Coyne, D. L., H. A. L. Talwana & N. R. Maslen. "Plant-parasitic nematodes associated with root and tuber crops in Uganda". *African Plant Protection*, Vol.9, 2003: 87-98.
- Coyne, D.L., J. M. Nicol, y B. Claudius-Cole. *Practical plant nematology: a field and laboratory guide*. Cotonou, Benin: SP-IPM Secretariat International Institute of Tropical Agriculture (IITA), 2007.
- Desgarenes, D., P. Sánchez-Nava, R. Peña-Santiago & C. Carrión. "Nematofauna asociada a la rizosfera de papas (*Solanum tuberosum*) cultivadas en la zona productora del Cofre de Perote, Veracruz, México". *Revista Mexicana de Biodiversidad*, Vol. 80, 2009: 611- 614.
- Franco, J. & A. Gonzales. "Pérdidas causadas por el nematodo Quiste de la papa (*Globodera* sp.) en Bolivia y Perú". *Revista Latinoamericana de la papa*, Vol.16, 2011: 233-249.
- García, A. "Identificación de especies de nematodos fitopatógenos de los géneros *Globodera* spp. y *Meloidogyne* spp. por medio de dos técnicas moleculares". Informe de Práctica de Especialidad de la Escuela de Biología, Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2005.
- Gonzales, A. & J. Franco. "Los nematodos en la producción de semilla de papa. Lima, Perú: Centro Internacional de la Papa (CIP)". *Producción de tubérculos-semilla de papa*. Núm.3, 1997: 1-13.
- Instituto Nacional de Estadística e informática (INEI). *Resultados definitivos. IV Censo Nacional agropecuario*. Lima: INEI, 2013.
- Jiménez-Pérez, N., R. Crozzoli & N. Greco. "Nematodos fitoparasíticos asociados con el cultivo de la papa en el estado Lara, Venezuela". *Fitopatología Venezolana*, Vol. 20, 2007: 34-40.
- Kimpinski, J. "Nematodes Associated with Potato in Prince Edward Island and New Brunswick". *Annals of Applied Nematology*, Vol.19, 1987: 17-19.
- Kimpinski, J., & E. Smith. "Nematodes in potato soils in New Brunswick". *Canadian Plant Disease Survey*, Vol.68, 1988: 147-148.

- Lax, P., M. E. Doucet, C. Gallardo, S. Muruaga & H. Vilte. "Plant-Parasitic Nematodes Detected in Andean Tubers from Argentina and Bolivia". *Nematología Brasileira, Brasilia*, Vol. 30, 2006: 195-201.
- Mai, W. F. & P. G. Mullin. *Plant Parasitic Nematodes. A Pictorial Key to Genera*. London: Cornell University press, 1996.
- Matute, M., Y. Manning & M. Kaleem. "Community Structure of Soil Nematodes Associated with *Solanum tuberosum*". *Journal of Agricultural Science*, Vol.5, 2013: 44-53.
- Olthof, Th., R. V. Anderson & S. Squire. "Plant-parasitic nematodes associated with potatoes (*Solanum tuberosum* L.) in Simcoe County, Ontario". *Canadian Journal of Plant Pathology*, Vol.4, 1982: 389-391.
- Pacajes, G., J. Franco, R. Esprella & G. Main. "Efecto de diferentes cultivos y prácticas culturales sobre la multiplicación del nematodo Quiste de la Papa (*Globodera spp.*) en Bolivia". *Revista Latinoamericana de la Papa*, Vol.13, 2002: 52-65.
- Ramírez, A. "Muestreo poblacional del nematodo dorado (*Globodera rostochiensis*) y otros nematodos asociados al cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.)". *Agronomía Costarricense*, Vol.3, 1979: 13-20.
- Ramírez, J. *Uso actual de la tierra. Informe temático: Zonificación ecológica y económica del departamento de Amazonas*. Iquitos Perú: Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP), 2010.