

## NEMATODOS EDÁFICOS EN VERDURAS Y FRUTAS PROVENIENTES DEL CINTURÓN FRUTI-HORTÍCOLA DEL PARTIDO DE GENERAL PUEYRREDON, PROVINCIA DE BUENOS AIRES

CARLA LAVALLÉN<sup>1\*</sup>; EDUARDO MONDINO<sup>2</sup>; GUILLERMO MARÍA DENEGRI<sup>1</sup>  
& MARCELA CECILIA DOPCHIZ<sup>1</sup>

Recibido: 29-08-14

Recibido con revisiones: 04-04-15

Aceptado: 24-05-15

### RESUMEN

Se ha demostrado que las prácticas de cultivo, además de alterar la disponibilidad de nutrientes del suelo, tienen una importante acción sobre la población de nematodos. En el presente estudio se analizó la fauna de nematodos de suelo en verduras y frutas provenientes del cinturón fruti-hortícola que se extiende desde la zona de Sierra de los Padres hasta la ciudad de Batán, en el partido de General Pueyrredon, provincia de Buenos Aires. El 20,78% de las muestras vegetales presentó nematodos de vida libre. Se identificaron cuatro grupos tróficos: bacteriófagos 89,81%, fungívoros 5,55%, omnívoros 3,7% y carnívoros 0,92%; ocho familias y 12 géneros de nematodos, observándose una mayor riqueza en el grupo de bacteriófagos con nueve géneros. En las quintas muestreadas se solía incorporar a los sistemas de producción nitrógeno como abono orgánico a través de heces de gallina y/o abono inorgánico a través de urea. La abundancia total de nematodos en el período de muestreo fue mayor en primavera. Las familias Panagrolaimidae y Rhabditidae estuvieron presentes en las cuatro estaciones, siendo Panagrolaimidae la más frecuente en primavera en tanto que en invierno ambas familias mostraron elevadas frecuencias. Los resultados de este trabajo nos permiten considerar a las verduras como un vehículo interesante para la obtención de nematodos edáficos, los cuales sirven como indicadores ecológicos de los suelos cultivados. En el presente caso se evidenció a los nematodos bacteriófagos como los más frecuentes y diversos en los sistemas de producción fruti-hortícola del partido de Gral. Pueyrredon.

**Palabras clave.** Vegetales, nematodos bacteriófagos, indicadores ecológicos.

### EDAPHIC NEMATODES IN VEGETABLES AND FRUITS FROM THE HORTICULTURAL BELT OF GENERAL PUEYRREDON DISTRICT, BUENOS AIRES PROVINCE

#### ABSTRACT

Cultural practices, apart from affecting soil nutrient availability, have an important impact on the nematode population. In the present study, soil nematodes in vegetables and fruits from the horticultural belt extending from Sierra de los Padres to Batan city were analyzed. Free-living nematodes presented an overall frequency of 20.78% on vegetable samples. Four trophic groups were identified: bacteriophages 89.81%, fungivorous 5.55%, omnivores 3.7% and carnivores 0.92%; eight families and 12 genera of nematodes were also identified. The bacteriophage group was the richest with nine genera. The studied farms used to incorporate organic nitrogen through chicken feces and/or inorganic nitrogen through urea. The total abundance of nematodes during the sampling period was higher in spring. The Panagrolaimidae and Rhabditidae families were present in the four seasons. The first family presented elevated frequencies in spring while both of them were highly frequent in winter. This study highlights the potential of vegetables as vehicles for obtaining edaphic nematodes, which are useful as cultivated soils ecological indicators. The present case showed that the bacteriophage group presented the largest frequency and diversity in cultured soils of the Gral. Pueyrredon horticultural belt.

**Key words.** Vegetables, bacteriophage nematodes, ecological indicators.

<sup>1</sup> Laboratorio de Zoonosis Parasitarias. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Mar del Plata. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

<sup>2</sup> Eduardo Mondino: Asesor en Nematología Agrícola.

\* Autor de contacto: carla\_lavallen@hotmail.com.

## INTRODUCCIÓN

Los nematodos de suelo son gusanos redondos microscópicos que viven en la película de agua alrededor de las partículas del suelo (Brussaard *et al.*, 1997). Son los organismos más diversos y numerosos de la microfauna edáfica y ocupan posiciones en la red trófica como consumidores primarios, secundarios y/o terciarios conformando, al menos, 5 grupos funcionales (Bongers & Bongers, 1998; Yeates *et al.*, 1993). Los nematodos fitófagos se alimentan de material vegetal vivo, siendo los más conocidos a causa del daño que ocasionan algunas especies a los cultivos. Los nematodos bacteriófagos y fungívoros consumen bacterias y hongos respectivamente. Están involucrados indirectamente en la descomposición y mineralización de la materia orgánica del suelo debido a su interacción con la microflora, ya que afectan el crecimiento y la actividad metabólica de estos microbios y alteran a la comunidad microbiana (Neher, 2001). El nitrógeno (N) mineralizado se encuentra disponible para las plantas y se ha demostrado que afecta a la distribución de biomasa dentro de las mismas (Ingham *et al.*, 1985; Seastedt *et al.*, 1988). En general, estos nematodos pueden ser considerados "colonizadores" (similares a estrategias tipo r), dado que su población crece rápidamente ante condiciones favorables, poseen ciclos de vida cortos y una elevada tolerancia a los disturbios, a la eutrofización y a la anoxibiosis. Frecuentemente se encuentran en mayor proporción durante los muestreos (Bongers, 1990). Los nematodos depredadores se alimentan de otros grupos funcionales de nematodos y de otros invertebrados del suelo, mientras que los omnívoros incorporan fuentes de alimentación variada que incluyen organismos de origen animal y vegetal. Dichos grupos cuando se alimentan de nematodos bacteriófagos, regulan también la mineralización del N y constituyen un canal a través del cual los recursos pasan de los niveles tróficos más bajos hacia los más altos. (Wardle & Yeates, 1993; Yeates *et al.*, 1993). Estos nematodos son "persistentes" (similar a estrategias tipo k), debido a que tienen una tasa de reproducción baja, ciclos de vida largos, poca habilidad colonizadora y son sensibles a los disturbios. Además no suelen constituir la especie dominante en una muestra (Bongers, 1990).

La estructura trófica es una clasificación funcional que contribuye a la comprensión de la estructura de la comunidad de nematodos y a cómo cada grupo afecta la transferencia de materia y/o energía en el ecosistema (Freckman & Caswell, 1985). Los nematodos poseen atributos que los hacen útiles como indicadores ecológicos debido a su

abundancia, a su amplia distribución en el suelo y a que la identificación de sus grupos tróficos es sencilla (Curry, 1994). La diversidad específica de estos organismos es empleada como indicadora de calidad del suelo y refleja entre otras cosas disturbios naturales y antrópicos (De Goede & Bongers, 1994; Wasilewska, 2004). Se ha demostrado que las prácticas de cultivo, además de alterar la disponibilidad de nutrientes del suelo, tienen una importante acción sobre la población de nematodos (Yeates & Hughes, 1990).

El partido de General Pueyrredon cuenta con un extenso cinturón fruti-hortícola que se extiende desde la zona de Sierras de los Padres (37°00'21.49" S; 57°46'14.28" O) hasta la ciudad de Batán (38°00'21.49" S; 57°42'35.59" O). Desde allí se provee de verduras y frutas a los mercados concentradores de la ciudad que venden la mercadería a las verdulerías, puestos callejeros y supermercados. En el presente estudio se analizó la fauna de nematodos de suelo en verduras y frutas provenientes del cinturón fruti-hortícola del partido de Gral. Pueyrredon, con el objetivo de establecer relaciones ecológicas entre los grupos tróficos y los ambientes edáficos donde se desarrollan.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Procedencia de las muestras de vegetales

Se seleccionaron al azar 15 comercios minoristas distribuidos en la ciudad de Mar del Plata (cinco supermercados, cinco verdulerías y cinco puestos callejeros), y cinco puestos mayoristas de dos de los mercados concentradores (Mercado de Abasto Central ubicado en la ruta 88 km 3,3 y Mercado de Abasto ubicado en las calles Chile y 25 de Mayo, Mar del Plata). Previa recolección de los vegetales se explicó a los comerciantes el objetivo del estudio y se indagó acerca de la zona de procedencia de la mercadería. El muestreo también se llevó a cabo en siete puntos de producción fruti-hortícola del partido de Gral. Pueyrredon ubicados en las siguientes zonas: Batán, Estación Chapadmalal, Paraje San Francisco, Santa Paula y Valle Hermoso. En los mismos se completaron encuestas acerca de las características de la producción de los vegetales.

### Recolección de las muestras

Se realizaron cuatro muestreos estacionales entre los meses de junio de 2011 y mayo de 2012 en los mismos puntos de comercialización y en los de producción. Previa a la realización del muestreo se registró la temperatura y la humedad del día durante la mañana. Se recolectaron un total de 515 vegetales, de los cuales 306 fueron verduras: lechuga de distintas variedades (*Lactuca sativa*), rúcula (*Eruca sativa*), acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla*), espinaca (*Spinacia oleracea*),

repollo (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.), radicheta (*Chicorium intybus*), verdeo (*Allium fistulosum* L.), apio (*Apium graveolens*), puerro (*Allium ampeloprasum* var. *porrum*), berro (*Nasturtium officinale*), perejil (*Petroselinum crispum*), albahaca (*Ocimum basilicum*), pepino (*Cucumis sativus*), brócoli (*Brassica oleracea itálica*), coliflor (*Brassica oleracea* var. *Botrytis*), morrón (*Capsicum annum* var.), remolacha (*Beta vulgaris*), zucchini (*Cucurbita pepo*), zapallito de tronco (*Cucurbita maxima*), chaucha (*Phaseolus vulgaris*), berenjena (*Solanum melongena*), ciboulette (*Allium schoenoprasum*), rabanitos (*Raphanus sativus*), y 209 fueron frutos: tomate (*Solanum lycopersicum*), manzana (*Malus domestica*), durazno (*Prunus persica*), damasco (*Prunus armeniaca*), naranja (*Citrus* spp.), ciruela (*Prunus domestica domestica*), uva (*Vitis vinifera*), frutilla (*Fragaria* spp.), cereza (*Prunus avium*), pera (*Pyrus communis*), mandarina (*Citrus reticulata*). Los mismos se seleccionaron de acuerdo a la disponibilidad en cada sitio de muestreo. Cada muestra estuvo constituida por tres unidades de cada vegetal en el caso de las verduras y de las frutas de mayor volumen, y en el caso de las frutas pequeñas como frutillas y uvas se seleccionaron 12 unidades. Se colocaron en bolsas de nylon rotuladas y se trasladaron al laboratorio del Centro Municipal de Zoonosis de Gral. Pueyrredon para su procesamiento.

#### Procesamiento de las muestras y análisis de datos

Las muestras se procesaron según la técnica de Rea *et al.* (2004) modificada. En el caso de las verduras de hoja se lavaron tres ramilletes de hojas, mientras que para el resto de las verduras y frutas se lavaron las unidades enteras. Cada producto fue sumergido y remojado en 300 mL de solución fisiológica al 8% contenida en una bandeja de plástico. Se limpió cada unidad de manera mecánica con las manos previa colocación de guantes de látex estériles. Cada muestra fue lavada dos veces y los líquidos recuperados fueron introducidos en un embudo de 1L dejándolos 24 h en reposo para su concentración por sedimentación espontánea. Se recolectó 60 mL

del líquido, previa filtración a través de un filtro de 300 µm de tamaño de poro, en tubos cónicos de 10 mL para ser centrifugado durante 10 min a 3000 rpm. Luego se descartó el sobrenadante y el precipitado fue conservado en alcohol 70%. Posteriormente fue observado por duplicado al microscopio óptico.

Los datos fueron tabulados en planilla de cálculo computando frecuencias de muestras vegetales con nematodos y frecuencias de nematodos.

#### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El monitoreo de la comunidad de nematodos permite el análisis de las condiciones ecológicas del suelo debido a que pueden reflejar cambios en las condiciones del mismo (Bongers, 1990). El 20,78% de las muestras vegetales analizadas en este estudio presentó nematodos de vida libre. Los mismos se hallaron principalmente en verduras de hoja (34,64%) y en mucha menor proporción en frutos (0,96%). La presencia de nematodos puede afectar directamente la biomasa y la actividad de la comunidad microbiana a través del consumo de hongos y bacterias (Ferris *et al.*, 1997).

Los nematodos hallados pertenecieron a cuatro grupos tróficos: bacteriófagos 89,81%, fungívoros 5,55%, omnívoros 3,7% y carnívoros 0,92%. Se identificaron ocho familias y 12 géneros, observándose una mayor riqueza en el grupo de bacteriófagos con nueve géneros seguidos por los fungívoros (Tabla 1). Los nematodos bacteriófagos y fungívoros aumentan la disponibilidad de C y N a los niveles tróficos superiores y dispersan bacterias y hongos en el ambiente, además de disponer los nutrientes para el crecimiento de las plantas (Freckman, 1988; Brussaard *et al.*, 1997).

Tabla 1. Distribución de los nematodos de vida libre según grupos tróficos, familias y géneros identificados.

Table 1. Distribution of free living nematodes according to trophic groups, families and identified genera.

Grupo Trófico	Familia	Frecuencia (%)	Género
Bacteriófagos	Panagrolaimidae	40,74	<i>Panagrolaimus</i>
	Rhabditidae	30,55	<i>Rhabditis</i> , <i>Cruz nema</i> , <i>Mesorhabditis</i>
	Cephalobidae	12,96	<i>Cephalobus</i> , <i>Acrobeles</i> , <i>Acrobeloides</i> , <i>Eucephalobus</i>
	Plectidae	0,92	<i>Plectus</i>
Fungívoros	Paraphelenchidae	4,63	<i>Paraphelenchus</i>
	Aphelenchidae	1,85	<i>Aphelenchus</i> , <i>Aphelenchoides</i>
Omnívoros	Dorylaimidae	3,70	
Carnívoros	Mononchidae	0,92	

Respecto a las prácticas aplicadas en los sistemas de producción del cinturón fruti-hortícola del partido de Gral. Pueyrredon, se observa que en el 50% de las quintas muestreadas se incorpora nitrógeno como abono orgánico a través de heces de gallina, en tanto que en el 50% restante, también se agrega urea como abono inorgánico. Fu *et al.* (2000) reportaron que los nematodos bacteriófagos responden en primer lugar y más rápidamente que los fungívoros al agregado de residuos orgánicos a los cultivos. Sohlenius & Boström (1984) hallaron que la recuperación de la población de nematodos de un disturbio moderado como la labranza o la fertilización, resultó en un incremento de la dominancia de bacteriófagos oportunistas. El predominio de nematodos bacteriófagos indicaría una alta tasa de actividad microbiana debido a la descomposición de materia orgánica y reflejaría ambientes altamente disturbados y enriquecidos por nutrientes. Según Bongers (1990), las

familias Panagrolaimidae y Rhabditidae son consideradas "colonizadoras", lo cual se relaciona con la elevada frecuencia hallada en las muestras analizadas. Por otro lado las familias Dorylaimidae y Mononchidae poseen características correspondientes a los "persistentes", siendo esto concordante con las bajas frecuencias halladas. Ambas estrategias responden a las características de los suelos empleados para el cultivo fruti-hortícola y al impacto que estas prácticas producen sobre dichos ambientes.

La temperatura y humedad promedio en las épocas de muestreo se detallan en la Tabla 2. La frecuencia total de nematodos en el período de muestreo fue mayor en primavera (Fig. 1), en coincidencia con los resultados publicados por López-Fando & Bello (1995), asociándolo a condiciones óptimas de temperatura, contenido de agua y densidad del suelo.

Las familias Panagrolaimidae y Rhabditidae estuvieron presentes en las cuatro estaciones, siendo Panagrolaimidae la más frecuente en primavera en tanto que en invierno ambas familias mostraron elevadas frecuencias (Fig.2). La presencia de nematodos en invierno podría deberse a

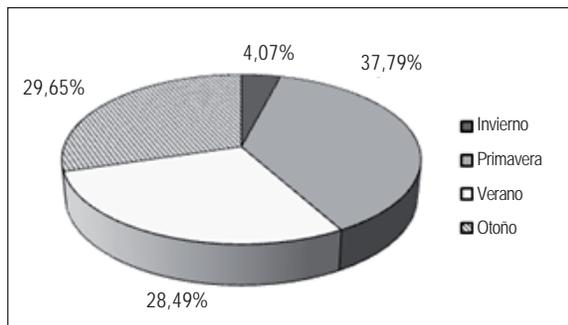


Figura 1. Frecuencia total de nematodos según la estación de muestreo.  
Figure 1. Overall frequency of nematodes at each sampling period.

Tabla 2. Temperatura y humedad promedio en las épocas de muestreo.  
Table 2. Temperature and humidity average during sampling periods.

Estación	Temperatura (°C)	Humedad (%)
Invierno	9,1	71,35
Primavera	17,15	82,35
Verano	18,17	87,29
Otoño	11,92	75,83

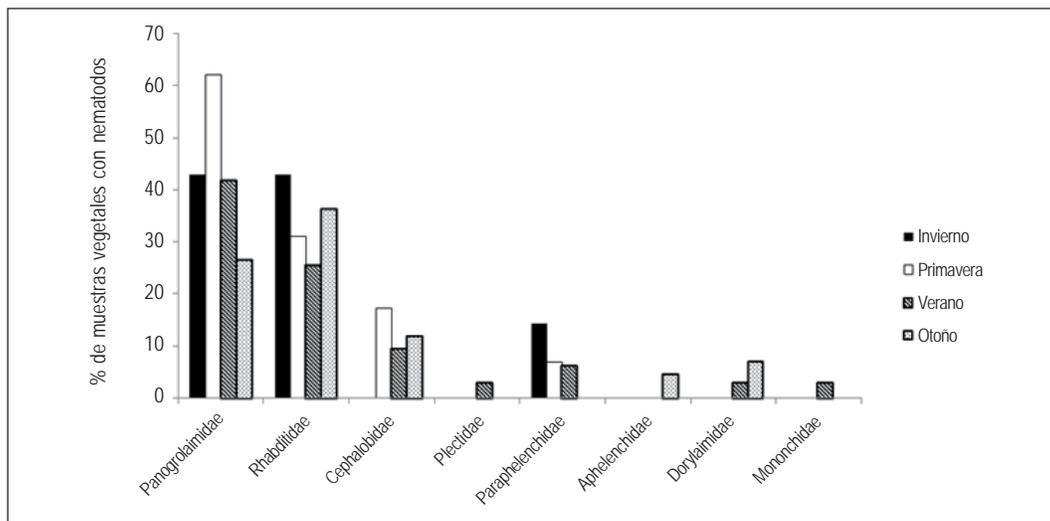


Figura 2. Frecuencia de familias de nematodos distribuidas por época de muestreo.  
Figure 2. Frequency of nematode families at each sampling period.

que en esta estación las condiciones de humedad eran propicias para su desarrollo, ya que en el mes de junio según Celemin (2013) se registró la mayor cantidad de precipitaciones del año 2011 (134 mm). Este hecho coincide con lo reportado por Mondino *et al.* (2001) quienes hallaron mayor abundancia de nematodos bacteriófagos, principalmente del género *Rhabditis* sp., en campos cultivados de la zona de Balcarce durante el invierno.

Los resultados de este trabajo nos permiten considerar a las verduras como un vehículo interesante para la obtención de nematodos edáficos, los cuales sirven como indicadores ecológicos de los suelos cultivados. En el presente caso se evidenció a los nematodos bacteriófagos como los más frecuentes y diversos en los sistemas de producción fruti-hortícola del partido de Gral. Pueyrredon.

#### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado con fondos de los proyectos UNMdP (EXA 634/13, EXA 668/14) y CONICET (PIP 0029). La primera autora es becaria doctoral de CONICET, período 2011-2016.

#### BIBLIOGRAFÍA

- Bongers, T. 1990. The maturity index: an ecological measure of environmental disturbance based on nematode specie composition. *Oecologia* 83: 14-19.
- Bongers, T & M Bongers. 1998. Functional diversity of nematodes. *Appl. Soil Ecol.* 10: 239-251.
- Brussaard, L; VM Behan-Pelletier; DE Bignell; VK Brown; W Didden; P Folgarait; C Fragoso; D Wall Freckman; V Gupta; T Hattori; DL Hawksworth; C Klopatek; P Lavelle; DW Malloch; J Rusek; B Söderström; JM Tiedje & RA Virginia. 1997. Biodiversity and Ecosystem Functioning in Soil. *Ambio.* 26(8): 563-570.
- Celemin, AH. 2013. Meteorología Práctica. <http://meteorologica.blogspot.com.ar/2012/01/datos-de-temperatura-y-lluvias-de-mar.html>. 12/08/2014.
- Curry, JP (ed). 1994. Grassland invertebrates: ecology, influence of soil fertility and effects on plant growth. Chapman & Hall. London, UK, 419 pp.
- De Goede, RGM & T Bongers. 1994. Nematode community structure in relation to soil and vegetation characteristics. *Appl. Soil Ecol.* 1(1): 29-44.
- Ferris, H; RC Venette & SS Lau. 1997. Population energetics of bacterial-feeding nematodes: carbon and nitrogen budgets. *Soil Biology & Biochemistry* 29: 1183-1194.
- Freckman, DW & EP Caswell. 1985. The ecology of nematodes in agroecosystems. *Annual Review of Phytopathology* 23: 275-295.
- Freckman, DW. 1988. Bacterivorous nematodes and organic-matter decomposition. *Agric. Ecosyst. Environ.* 24: 195-217.
- Fu, S; DC Coleman; PF Hendrix & DA Crossley Jr. 2000. Responses of trophic groups of soil nematodes to residue application under conventional tillage and no-till regimes. *Soil Biology & Biochemistry* 32: 1731-1741.
- Ingham, RE; JA Trofymow; ER Ingham & DC Coleman. 1985. Interactions of bacteria, fungi, and their nematode grazers: Effects on nutrient cycling and plant growth. *Ecological Monographs* 55: 19-140.
- López-Fando, C & A Bello. 1995. Variability in soil nematode populations due to tillage and crop rotation in semi-arid Mediterranean agrosystems. *Soil Tillage Res.* 36: 59-72.
- Mondino, EA; EJ Chaves & GA Studdert. 2001. Efecto de rotaciones, labranzas y fertilización nitrogenada sobre la nematofauna del suelo. Tesis de Maestría en Producción Vegetal. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Mar del Plata. Balcarce, Buenos Aires, Argentina.
- Neher, DA. 2001. Role of nematodes in soil health and their use as indicators. *Journal of Nematology* 33(4): 161-168.
- Rea, MJF; A Fleitas & CE Borda. 2004. Existencia de parásitos intestinales en hortalizas que se comercializan en la ciudad de Corrientes, Argentina. Universidad Nacional del Nordeste, comunicaciones científicas y tecnológicas, res: M-102.
- Seastedt, TR; SW James & TC Todd. 1988. Interactions among soil invertebrates, microbes, and plant growth in the tallgrass prairie. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 24: 219-228.
- Sohlenius, B & S Boström. 1984. Colonization, population development, population development and metabolic activity of nematodes in buried barley straw. *Pedobiologia* 27: 67-78.
- Wardle, DA & GW Yeates. 1993. The dual importance of competition and predation as regulatory forces in terrestrial ecosystems: Evidence from decomposer food-webs. *Oecologia* 93: 303-306.
- Wasilewska, L. 2004. Nematofauna of the shelterbelts in the agricultural landscape. *Pol. J. Ecol.* 52(2): 99-113.
- Yeates, GW & KA Hughes. 1990. Effect of three tillage regimes on plant and soil nematodes in an oats/maize rotation. *Pedobiologia* 34: 379-387.
- Yeates, GW; DA Wardle & RN Watson. 1993. Relationships between nematodes, soil microbial biomass and weed-management strategies in maize and asparagus cropping systems. *Soil Biology & Biochemistry* 25: 869-876.

