

Efecto del tipo de cobertura vegetal en el espacio entre hileras de perales sobre la abundancia de nematodos fitófagos

Azpilicueta, Claudia Viviana^{1,3}; María Cristina Aruani²; José Luis Morales²

¹LASAF. Laboratorio de Servicios Agrarios y Forestales. Subsecretaría de Producción, Neuquén, Argentina. Santiago del Estero 426 (8300) Neuquén; ²Universidad Nacional del Comahue (UNCo), Facultad de Ciencias Agrarias, Ruta 151, Km 12,5 Cinco Saltos (8303) Río Negro, Argentina; ³lasaf_suelos@neuquen.gov.ar

Azpilicueta, Claudia Viviana; María Cristina Aruani; José Luis Morales (2017) Efecto del tipo de cobertura vegetal en el espacio entre hileras de perales sobre la abundancia de nematodos fitófagos. Rev. Fac. Agron. Vol 116 (2): 249-257.

La producción de frutas del Alto Valle de Río Negro y Neuquén, Argentina, representa una fuente importante de ingresos debido a los altos niveles de exportación. Los nematodos fitófagos se encuentran entre los agentes que pueden afectar a los perales particularmente en presencia de malezas hospederas. El objetivo fue estudiar la abundancia de nematodos fitófagos en un huerto implantado con peras en dos posiciones: a) espacio entre hileras de plantas de pera con tres diferentes coberturas del suelo: vegetación espontánea (VE), *Medicago sativa*+gramíneas (MG) y *Festuca arundinacea* (Fe) y b) espacio entre plantas en la hilera de plantación de pera libre de cobertura vegetal por aplicación de herbicida, en dos ciclos productivos 2012/2013 y 2013/2014. En el suelo, se analizó materia orgánica, potasio intercambiable y materia seca. En el espacio libre de vegetación entre plantas se registró el menor número de nematodos. Los registros de nematodos endoparásitos fueron mayores en el espacio entre hileras con VE (15,3%) en comparación a las otras coberturas (4%). La abundancia de nematodos del grupo c-p2 fue más alta que c-p3, consistente con suelo disturbado por la fertilización y aplicación de herbicidas. El índice de diversidad de Simpson (nematodos) fue más alto con VE sugiriendo mayor adecuación para los nematodos por la mayor diversidad de malezas hospedantes. El índice de nematodos fitoparásitos no difirió entre los espacios entre hileras. El contenido de materia orgánica del suelo (4%), potasio intercambiable ($1,85 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$) y materia seca ($14,3 \text{ t ha}^{-1}$) fueron más altos para MG.

Palabras clave: nematodos, frutales, malezas, biodiversidad.

Azpilicueta, Claudia Viviana; María Cristina Aruani; José Luis Morales (2017) Effect of the vegetation type in the space between rows of pear trees on the abundance of plant-feeding nematodes. Rev. Fac. Agron. Vol 116 (2): 249-257.

Fruit production of the Río Negro and Neuquén Upper Valley, Argentina, represents an important source of income due to high export levels. Plant parasitic nematodes are among the agents that can affect pear trees particularly in the presence of diverse host weeds. The aim was to study the abundance of plant parasitic nematodes in a pear orchard in two positions: a) space between rows of pear trees with three different soil coverage: spontaneous vegetation (VE), *Medicago sativa*+grasses (MG) and *Festuca arundinacea* (Fe) and b) space between plants without vegetation due to herbicide application, in two growing seasons 2012/2013 and 2013/2014. Also, soil analysis included organic matter content, exchangeable potassium and dry matter values. The lower number of nematodes was recorded in the space between pear plants free of weeds. The records of endoparasite nematodes were higher in the space between rows with VE (15.3%) compared to the others (4%). Nematode abundance was higher for c-p2 group than c-p3 group, consistent with soil disturbed by fertilization and herbicide application. The Simpson diversity index (nematodes) was higher in VE suggesting greater suitability for nematodes due to higher host diversity. The index of plant parasitic nematodes did not differ between spaces between rows. Organic matter content (4%), exchangeable potassium content ($1.85 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$) and dry matter (14.3 t ha^{-1}) were highest in MG.

Key words: nematodes, fruit crops, weeds, biodiversity.

Recibido: 30/09/2016

Aceptado: 28/06/2017

Disponibile on line: 01/04/2018

ISSN 0041-8676 - ISSN (on line) 1669-9513, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP, Argentina

INTRODUCCIÓN

El cultivo de pera (*Pyrus communis*), a nivel mundial se encuentra en segundo lugar de producción, después de la manzana. Argentina produce un volumen promedio de 740 mil t año⁻¹ ocupando el cuarto lugar entre los países productores. El 80% de la producción nacional de pera y manzana se produce en los valles irrigados de los ríos Negro y Neuquén de las provincias homónimas (Moavro, 2010). Los perales crecen en un amplio rango de clima desde fríos a cálidos y de húmedos a áridos y presentan marcada plasticidad para desarrollarse en diferentes ambientes, incluidos diversos tipos de suelos. Los nematodos se encuentran entre los agentes que pueden afectar a los perales particularmente en presencia de malezas hospedantes. Los nematodos fitoparásitos relacionados con mayor daño económico en perales son *Longidorus elongatus*, *Pratylenchus penetrans*, *Meloidogyne hapla* y *M. incognita* (Askary et al., 2012). Una población inicial de 30 individuos de *P. penetrans* en 100g de suelo fue responsable de la reducción de crecimiento en un replante de pera (Nyzeper & Halbrendt, 1993). En el Alto Valle de Río Negro se han encontrado ejemplares de *P. vulnus* en el suelo asociado a la rizosfera de perales (Azpilicueta et al., 2015). Una de las prácticas habituales en el manejo del suelo por los productores frutícolas de dicha zona es el uso de cubiertas vegetales en el espacio entre hileras de plantas de peras. Si bien las cubiertas vegetales mejoran las condiciones físicas y químicas de los suelos (Aruani et al., 2006; Sánchez et al., 2007), algunas especies vegetales pueden actuar como hospedantes alternativos de los nematodos parásitos del cultivo de interés económico y comprometer su producción (Djigal et al., 2012; Ferris et al., 2012). En Argentina, se ha detectado la asociación entre cuarenta y cinco especies de la flora arvense y especies de nematodos fitófagos con la posibilidad de perdurar en el espacio y en el tiempo (Doucet, 1992). La estrecha relación entre *Taraxacum officinale* y *Meloidogyne hapla* posibilita ampliar la dispersión de esta especie de nematodo (Doucet et al., 2000), como así también la presencia de *Cynodon dactylon* que es parasitada por varias especies de *Meloidogyne* (Ntidi et al., 2012). Investigaciones realizadas en la zona de Alto Valle con dominancia de *C. dactylon* en el espacio entre hileras de plantas de pera mostraron la presencia de

Pratylenchus en una proporción de 62% del total de la población de nematodos fitófagos obligados (Flores et al., 2015). La identidad y el grupo funcional de las plantas son factores importantes que influyen en la composición de la comunidad de nematodos (Bardgett, 2005; Viketoff et al., 2009). Si bien se han publicado trabajos sobre nematodos asociados a la rizósfera de frutales de pepita (Azpilicueta et al., 2008; 2014), es escasa la información sobre la población de nematodos fitófagos en el espacio entre hileras con coberturas vegetales en la zona de Alto Valle. Por ello, el objetivo fue estudiar la abundancia de nematodos fitófagos en parcelas implantadas con peras en dos posiciones dentro de cada parcela: a) en el espacio entre hileras de plantas con diferentes coberturas vegetales y b) en la hilera de plantación de la pera, zona libre de cobertura vegetal por aplicación de herbicida.

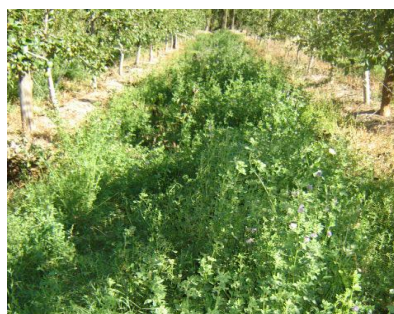
METODOLOGÍA

Características del sitio del ensayo

El material originario del suelo es aluvial, el régimen de humedad corresponde al arídico y el de temperatura es térmico, lo que reflejan las condiciones de déficit hídrico durante todo el año (CIL, 1991). La precipitación media anual es de 224mm (datos de la estación meteorológica instalada en la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Comahue, periodo 1972-2010). El suelo del ensayo fue franco arcillo limoso y correspondió al orden Aridisol clasificado como Acuicambid típico (Soil Survey Staf, 2010).

Diseño experimental, características y manejo de las parcelas

El estudio se llevó a cabo en tres parcelas de un huerto comercial implantado con peral (*Pyrus communis* L.) 'Williams' de 18 años en la región del Alto Valle de Río Negro, durante dos ciclos productivos 2012/2013 y 2013/2014. Los perales fueron injertados sobre pie franco, conducidos en espaldera, a una distancia de plantación de 4m entre hileras de plantas y a 2m entre plantas. El sistema de riego fue a manto por gravedad sin desagüe al pie. Las parcelas fueron identificadas con el nombre de la cobertura vegetal del suelo entre las hileras de plantas de pera: vegetación espontánea (VE), *Medicago sativa* + gramíneas (MG) y *Festuca arundinacea* (Fe) (Fotos 1, 2 y 3).



Fotos 1 a 3. Peral con vegetación espontánea (VE), *Medicago sativa* y gramíneas (MG) y *Festuca arundinacea* (Fe) en el espacio entre hileras, respectivamente.

En cada parcela se seleccionaron dos posiciones para el estudio de la abundancia de nematodos fitófagos: en la hilera de plantación de pera sin cobertura vegetal (H) y en el espacio entre hileras de plantación (EH). A su vez, en la posición H se seleccionó una planta de pera, donde se recolectaron las muestras de suelo a 50cm de profundidad a ambos lados del tronco de la planta en sentido transversal a la hilera y a 1,5m también de ambos lados del tronco en sentido longitudinal conformando un área de 3m². Frente a la misma planta, en la posición EH, se extrajeron muestras de suelo a 1,5m del tronco de la planta, en una superficie de 1x3m (Figura 1). Se seleccionaron 5 hileras de plantación de pera y 5 espacios entre hileras en cada parcela con VE, MG y Fe.

La hilera de plantación de pera, en todas las parcelas, se mantuvo sin malezas con aplicación de herbicidas mientras que el espacio entre hileras permaneció continuamente con vegetación. El espacio entre hilera con VE contenía *Cynodon dactylon* (45%), *Trifolium repens* (21%), *Taraxacum officinale*, *Trifolium pratense*, *Cichorium intybus*, *Plantago lanceolata*, *Lactuca serriola*, *Polygonum aviculare* y *Sonchus oleraceus*. El espacio entre hileras con MG fue sembrado en 2004 con 40 kg ha⁻¹ de *Medicago sativa* y 40 kg ha⁻¹ de *Festuca arundinacea* y durante el estudio presentaba 30% de alfalfa, 40% de *C. dactylon* y 30% entre *F. arundinacea* y *P. lanceolata*. Por otro lado, el espacio entre hileras con Fe fue sembrado en 2005 con *F. arundinacea* presentando durante el ensayo como acompañante un 10% de *C. dactylon*. El manejo del cultivo de pera se realizó según prácticas habituales en la región. Se realizaron fertilizaciones de primavera en

la hilera de plantas con 100 unidades de nitrógeno ha⁻¹, la mitad fue aplicada en octubre-noviembre y el resto en diciembre. La fertilización otoñal (abril) se efectuó con 15 unidades de nitrógeno ha⁻¹. Los fertilizantes fueron sulfato de amonio, solmix (N y S), ácido fosfórico y fosfato diamónico. En la hilera de plantación se realizaron cinco aplicaciones de herbicidas para el control de malezas: dicloruro de 1,1'-dimetil-4,4'-bipiridilo con una dosis de 3-4 L ha⁻¹ en primavera y glifosato, 1,92 g L⁻¹ de índice activo en verano a una dosis de 4 L ha⁻¹, cubriendo una franja de 50cm a cada lado del tronco de la planta.

Extracción de muestras de suelo

En cada parcela, en ambas posiciones, se tomaron 8 submuestras de suelo con un barreno de 5cm² a una profundidad de 0-20cm formando una muestra compuesta. Cada ciclo productivo se caracterizó con dos momentos de muestreo, en primavera (floración) y en otoño (después de cosecha). Las extracciones fueron realizadas el 9 de noviembre 2012, 30 de abril y 12 de noviembre 2013 y 23 de abril 2014 en las parcelas VE y Fe y, en la parcela MG el 22 de noviembre 2012, 20 de mayo y 11 de diciembre 2013 y 28 de mayo 2014.

Procesamiento de muestras de suelo, identificación y densidad de nematodos

Los nematodos fueron extraídos de 100g de suelo húmedo por el método de flotación-centrifugación (Caveness & Jensen 1955). La densidad de nematodos fue expresada por 100g de suelo seco y la humedad del suelo de cada muestra se determinó gravimétricamente a 105°C.

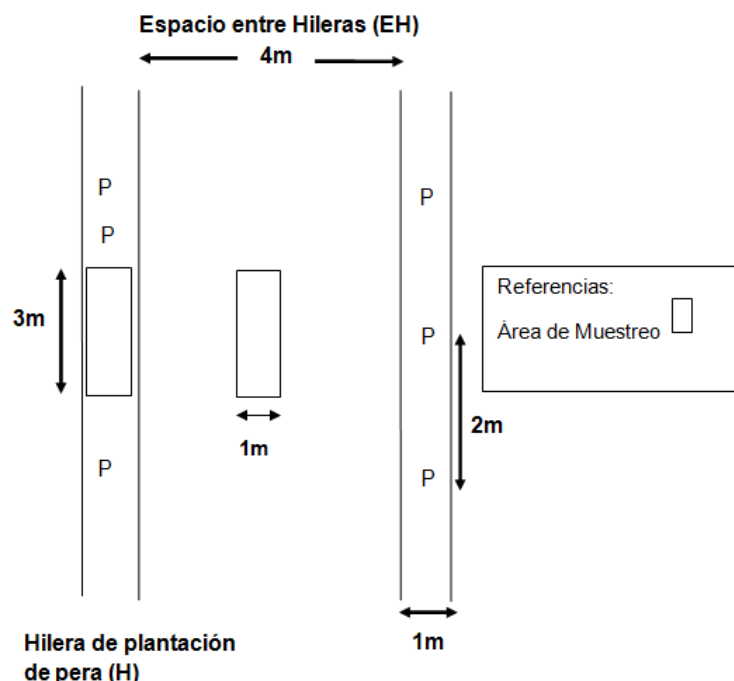


Figura 1. Ubicación de las posiciones hilera de plantación sin cobertura vegetal (H) y espacio entre hileras con tres tipos de cobertura (EHV, EHMG, EHFe) donde se realizaron los muestreos del ensayo.

La identificación de nematodos a nivel de familia y género fue realizada con la clave de Siddiqi (1985). Se calculó el índice de nematodos fitoparásitos como $PPI = \sum v_i * p_i$, donde v_i es el valor c-p (colonizador-persistente) de los nematodos fitoparásitos asignados al taxón i por Bongers (1990) y p_i es la proporción del taxón i en la población total de nematodos fitófagos. Los valores de c-p para los nematodos fitófagos están comprendidos entre 2 a 5 y hacen referencia a características del ciclo de vida y fecundidad de las familias (Bongers, 1990; Bongers & Bongers, 1998). El índice de Simpson (D) se calculó como $D = 1 / \sum (n_i / N)^2$ donde i es el número de organismos de la especie i y N es el número total de organismos de todas las especies. El índice de equidad (E) fue expresado como la relación entre la diversidad y la riqueza de especies ($E = D/S$).

Análisis físico químico de muestras de suelo

En las mismas muestras donde se extrajeron los nematodos se determinó el contenido de materia orgánica del suelo (MOS) (Walkley & Black, 1934), pH medido en la pasta saturada (método potenciométrico), conductividad eléctrica específica (CE), porcentaje de sodio intercambiable (PSI), potasio intercambiable (método acetato de NH_4^+) y fósforo disponible por el método Olsen (Olsen et al., 1954).

Evaluación de biomasa de las coberturas vegetales

Se recolectó el material segado de la cubierta vegetal en un área de $1m^2$ en cada espacio entre hileras de plantas. Las muestras fueron llevadas al laboratorio, secadas a $60^\circ C$ hasta peso constante y pesadas para estimar la cantidad de materia seca aportada por la cubierta vegetal y expresada en $t\ ha^{-1}$ (A.O.A.C., 1990).

Análisis estadísticos

Las variables edáficas (MOS, K^+ , P, CE y PSI), materia seca, índices de diversidad y abundancia de nematodos fitoparásitos se analizaron ajustando modelos de análisis de varianza según la posición de muestreo y ciclo productivo. Cuando existieron diferencias significativas, las medias fueron analizadas según la prueba de Tukey, con un nivel de significación de 0,05, utilizando el programa Infostat (Di Rienzo et al., 2013). La abundancia de nematodos se analizó con un modelo lineal generalizado (MLG) (McCullagh & Nelder, 1989), según el trinomio: componente aleatorio Binomial

Negativa, función de enlace canónico y componente sistemático constituido por las covariables: posición y ciclo productivo (Software R versión 3.1.0). Se realizó la prueba de correlación de Pearson para analizar la relación entre materia seca y abundancia total de nematodos fitófagos considerando los dos ciclos productivos.

RESULTADOS

Propiedades físico-químicas del suelo y materia seca de la cubierta vegetal

Las propiedades físico-químicas de la capa superficial del suelo en las posiciones hilera (H) y espacio entre hileras (EH) de cada parcela están descritas en el Tabla 1. Los contenidos de MOS y potasio fueron mayores en el espacio EH de la parcela MG. El contenido de fósforo fue mayor en H en todas las parcelas. No hubo efecto ciclo productivo en las variables edáficas. El suelo de las parcelas VE y MG fueron no salinos en ambas posiciones, mientras que el suelo de la parcela Fe fue ligeramente salino y sódico solamente en EH. El pH del suelo de todas las parcelas fue ligeramente alcalino (7,33 a 7,82).

La cantidad de materia seca promedio adicionada en cada EH con las coberturas MG, Fe y VE fue de 14,3, 8,1 y $6,5\ t\ ha^{-1}$, respectivamente. La cantidad de materia seca del EH en MG fue significativamente superior respecto a lo aportado por las otras coberturas ($P < 0,0001$).

Población de nematodos fitófagos

La identificación y cuantificación de nematodos reveló 12 taxones en la parcela Fe, 11 en VE y 10 en MG (Tabla 2).

Para cada parcela, la población de nematodos fitófagos fue mayor en la posición EH que en la propia hilera de plantas (Figura 2a). El espacio EHFe presentó la mayor población del género facultativo *Boleodorus* (46,6%), mientras que para los fitófagos obligados el mayor registro fue para la parcela EHMG con el grupo Criconematidae (38,4%) (Tabla 2). En la Figura 2b se observó que la densidad poblacional de los grupos de nematodos fitófagos obligados y facultativos fue mayor en el suelo del EH respecto a la posición H en cada parcela. La abundancia de nematodos fitófagos obligados fue similar ($P > 0,23$) entre los EH (Figura 2b).

Tabla 1. Promedios de diez observaciones ($\pm$ error estándar) de las variables edáficas en las posiciones hilera de plantación libre de vegetación (H) y espacio entre hileras (EH) en las parcelas VE, MG y Fe para 2012/13 y 2013/14. *Vegetación espontánea (VE), *Medicago sativa*+gramíneas (MG) y *Festuca arundinacea* (Fe). **MOS: materia orgánica del suelo, K^+ : potasio intercambiable, P: fósforo disponible, CE: conductividad eléctrica y PSI: porcentaje de saturación sódica. Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas en las variables edáficas entre posición ($P < 0,05$).

Posición*	Variables edáficas**				
	MOS (%)	K^+ (cmol _c kg ⁻¹)	P (mg kg ⁻¹)	CE (dS m ⁻¹)	PSI (%)
HVE	2,8 $\pm$ 0,1 c	1,5 $\pm$ 0,0 b	20,8 $\pm$ 2,1 a	2,7 $\pm$ 0,3 bc	8,3 $\pm$ 0,8 c
HMG	2,7 $\pm$ 0,1 bc	1,7 $\pm$ 0,1 ab	14,9 $\pm$ 2,0 ab	1,7 $\pm$ 0,2 c	4,9 $\pm$ 0,4 d
HFe	3,0 $\pm$ 0,3 bc	1,4 $\pm$ 0,0 b	12,5 $\pm$ 1,1 bc	3,5 $\pm$ 0,2 b	14,2 $\pm$ 0,8 b
EHVE	3,2 $\pm$ 0,1 b	1,4 $\pm$ 0,0 b	11,7 $\pm$ 1,2 bc	2,3 $\pm$ 0,2 c	7,7 $\pm$ 0,5 c
MEHG	4,0 $\pm$ 0,1 a	2,0 $\pm$ 0,1 a	8,4 $\pm$ 1,1 c	2,4 $\pm$ 0,2 bc	6,2 $\pm$ 0,8 bc
EH Fe	3,1 $\pm$ 0,1 bc	1,4 $\pm$ 0,0 b	8,3 $\pm$ 0,8 c	5,3 $\pm$ 0,5 a	17,8 $\pm$ 0,8 a

Tabla 2. Abundancia relativa (%) de nematodos fitófagos en las parcelas EH vegetación espontánea (VE), *Medicago sativa* + gramíneas (MG) y *Festuca arundinacea* (Fe). * Valor c-p asignado por Bongers (1990). Promedio de diez observaciones para dos posiciones y dos ciclos productivos (n=40).

Nematodos	Valor c-p*	Abundancia relativa (%)		
		Parcela		
		VE	MG	Fe
Fitófagos facultativos				
<i>Boleodorus</i>	2	36,2	33,2	46,6
<i>Ditylenchus</i>	2	0,3	1,4	0,4
<i>Psilenchus</i>	2	1,9	0,2	0,5
Tylenchidae	2	9,4	9,9	1,5
Fitófagos obligados				
Criconematidae	3	15,9	38,5	8,9
<i>Heterodera</i>	3	3,8	0,0	0,4
<i>Meloidogyne</i>	3	5,5	0,3	1,2
<i>Helicotylenchus</i>	3	22,1	5,1	21,9
<i>Paratylenchus</i>	2	2,5	4,6	15,1
<i>Pratylenchus</i>	3	2,0	3,2	2,5
<i>Tylenchorhynchus</i>	3	0,4	3,6	0,7
<i>Xiphinema</i>	5	0,0	0,0	0,1

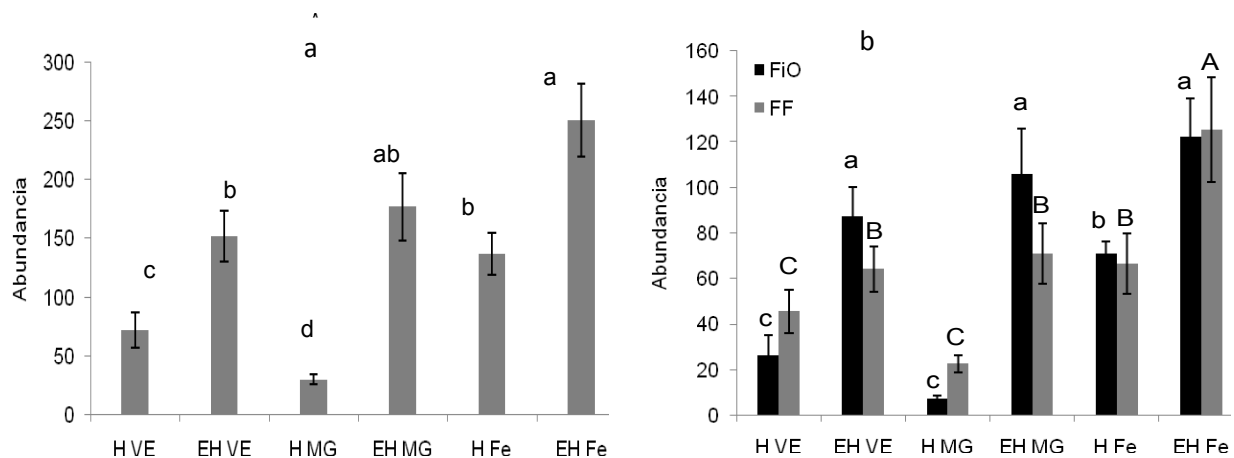


Figura 2. Abundancia (n° de individuos 100g⁻¹ suelo seco). (a) total de nematodos fitófagos, (b) obligados (FiO) y facultativos (FF). H: posición hilera de plantación y EH: espacio entre hileras seguido por la parcela: vegetación espontánea (VE), M. sativa+gramíneas (MG) y F. arundinacea (Fe). Promedio de 10 observaciones para 2012/13 y 2013/14 (n=20). El error estándar de la media indicado por barras. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas en la abundancia total y de FiO entre posición y letras mayúsculas en la abundancia de los nematodos FF entre posición (P<0,05).

En todas las parcelas dominaron los nematodos ectoparásitos (*Boleodorus*, *Ditylenchus*, *Psilenchus*, Tylenchidae, Criconematidae, *Helicotylenchus*, *Paratylenchus*, *Tylenchorhynchus* y *Xiphinema*) respecto a los endoparásitos (*Heterodera*, *Meloidogyne* y *Pratylenchus*) en el suelo. En la parcela VE el porcentaje de los nematodos ectoparásitos fue menor en la posición EH (84,6%) que en H (97,65%), mientras que en las parcelas MG y Fe fueron similares en ambas posiciones (96,5%). Los taxa más abundantes *Boleodorus*, *Helicotylenchus*, *Paratylenchus* y Criconematidae estuvieron presentes en todas las parcelas y variaron según la posición (Figura 3).

La densidad de *Pratylenchus* en el suelo fue similar en ambas posiciones de todas las parcelas (Figura 3). En la posición hilera de plantación de todas las parcelas, dominó *Boleodorus*, representando un 31,6% en HVE, 31,9% en HMG y 45,4% en HFe. En segundo lugar de predominancia se encontró *Helicotylenchus* en HVE, Tylenchidae en HMG y *Paratylenchus* en HFe. En la posición espacio entre hileras, dominó *Boleodorus* en 33,3 y 47,7% en los lotes EHVE y EHFe respectivamente, mientras que Criconematidae dominó en el EHMG con un 46,1% del total de la población. En segundo lugar de predominancia se encontraron los taxones Criconematidae en EH en VE, *Helicotylenchus* en EH en Fe y *Boleodorus* en EHMG.

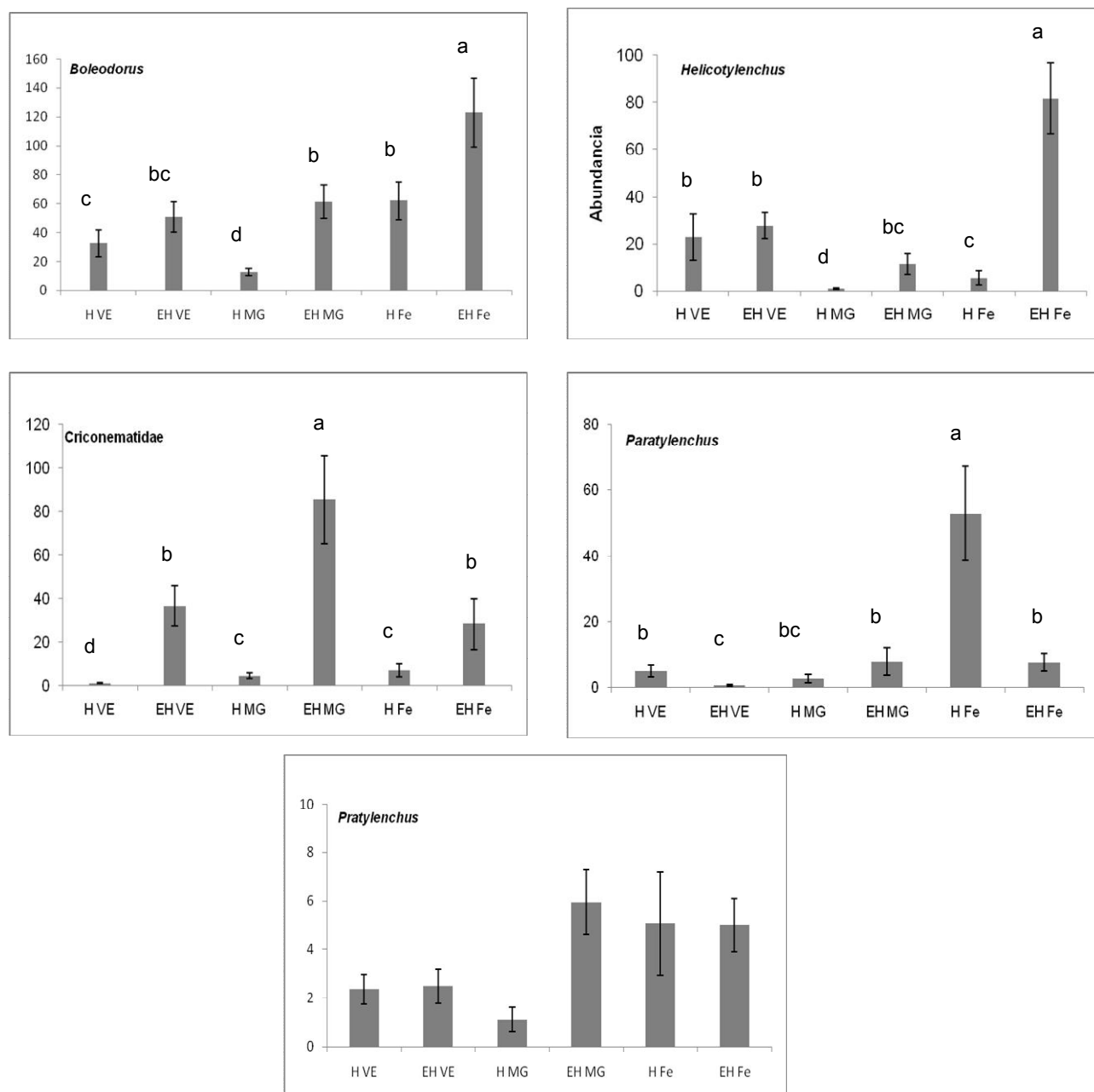


Figura 3. Abundancia (número de individuos en 100g⁻¹suelo seco) de cinco grupos de nematodos fitófagos en las parcelas VE, MG y Fe. Para referencias ver Figura 2.

En la parcela VE la abundancia del grupo estructural de nematodos c-p2 fue similar entre las posiciones EH y H, y la densidad del grupo c-p3 fue 1,7 veces mayor en la posición EH que en H. En la parcela MG los grupos c-p2 y c-p3 fueron 3,3 y 7,6 veces mayores en EH que en H, respectivamente. En la parcela Fe, la abundancia del grupo estructural c-p2 fue similar entre posiciones, mientras que c-p3 fue 6,8 veces mayor en EH respecto a H (Tabla 3). Los valores del índice de diversidad de

Simpson (D) y de equidad (E) en los espacios entre hileras fueron mayores con VE respecto a los EH con Fe y MG. El índice PPI fue similar entre los EH. Este índice fue diferente entre posiciones EH y H en las parcelas MG y Fe y fue menor en la posición H (Tabla 3). La materia seca de las coberturas no se correlacionó con la abundancia total de nematodos fitófagos en el suelo ($r=0,02$; $P<0,89$).

Tabla 3: Abundancia (n° de individuos en $100g^{-1}$ suelo seco) de los grupos estructurales de nematodos, índice de diversidad, equidad y de nematodos fitófagos en las posiciones H y EH en cada parcela. Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas de los grupos estructurales e índices entre posición ($P < 0.05$). * Para las referencias ver tablas 1 y 2. Cada valor se obtuvo de promediar 10 observaciones por dos ciclos productivos ($n=20$).

Grupo Estructural	Posición*					
	HVE	EHVE	HMG	EHMG	HFe	EHFe
c-p2	50,8 c	65,0 bc	25,1 a	82,4 b	117,8 a	136,7 a
c-p3	26,2 b	88,0 a	7,4 c	110,5 a	18,2 b	123,0 a
c-p5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0
Índices						
Diversidad de Simpson (D)	2,31 b	3,52 a	2,30 b	2,29 b	1,97 b	2,58 b
Equidad (E)	0,63 ab	0,60 ab	0,67 a	0,42 d	0,51 bcd	0,47 cd
PPI	2,33 bcd	2,57 ab	2,30 cd	2,71 a	2,11 d	2,51 abc

DISCUSIÓN

El aporte de nutrientes por la cobertura del espacio EH puede ser aprovechado por las raíces del peral ya que el sistema radicular tiene una amplitud de desarrollo mayor que la copa al ser injertado sobre pie franco. La parcela EHMG mostró 1% más de MOS que EHVE y EHFe coincidiendo con observaciones de Aruani et al. (2001). Este incremento estuvo asociado, en gran parte, al aporte de materia seca de MG que fue 1,8 y 2,2 veces mayor que lo aportado por las coberturas Fe y VE, respectivamente. No obstante, la cantidad de materia seca aportada por la cobertura EHMG no se correlacionó con el número total de nematodos fitófagos. EHMG también presentó los mayores valores de K^+ considerados altos para la zona, entre 1,4 y 2,0 $cmol_c kg^{-1}$, según Aruani et al. (2001). El mayor registro de PPI en el espacio EH podría deberse a una mayor producción de raíces en dicho espacio. Djigan et al. (2012) reportaron valores más bajos de PPI con cobertura de especies de la familia Poacea que con Fabacea en un agroecosistema con banano. Los valores de CE y PSI en el espacio EHFe indicaron suelo ligeramente salino-sódico. Bajo estas condiciones, el género *Boleodorus* fue un importante constituyente de la comunidad de nematodos fitófagos. Este género ya fue citado en suelos salinos-sódicos del Alto Valle de Río Negro (Azpilicueta et al., 2013).

Los taxones de nematodos registrados en las parcelas EHVE, EHMG y EHFe ya habían sido citados en sistemas frutícolas de la zona (Bergna, 1976; Azpilicueta et al., 2011; 2013). La composición de la comunidad de nematodos depende de la diversidad e identidad de especies de la cobertura vegetal (Viketoft et al., 2009; Sohlenius et al., 2011) y factores ambientales (Viketoft, 2013). En todas las parcelas estudiadas dominaron los nematodos ectoparásitos respecto a los endoparásitos. En el espacio EHVE se encontró el mayor porcentaje de nematodos endoparásitos. Los géneros *Meloidogyne*, *Pratylenchus* y *Heterodera* conformaron el 15,3% de endoparásitos en EHVE respecto al 4% hallado en los otros espacios EH. *Pratylenchus penetrans* ha sido señalado como responsable de la reducción de crecimiento en replante de cultivo de pera, con una densidad inicial de 30 individuos en $100g$ de suelo (Nyczepir & Halbrendt, 1993). Este nematodo tiene la particularidad de vivir

libremente en la rizósfera y puede moverse dentro y fuera de la raíz, por lo tanto sería recomendable realizar también un muestreo de raíces para estimar su población total. En nuestro estudio, la abundancia de *Pratylenchus* no fue significativamente diferente entre posiciones, si bien se observó una tendencia a aumentar en los espacios entre hileras con Fe y MG. Thies et al. (1995) reportaron que *Festuca arundinacea* y *Medicago sativa*, especies vegetales encontradas en los espacios EHFe y EHMG, son pobres hospederos de *Pratylenchus penetrans*. La especie vegetal dominante, *Cynodon dactylon* y representantes de la flora acompañante, *Trifolium repens* y *Trifolium pratense*, del espacio EHVE, han sido citados como hospedantes de varias especies de *Meloidogyne* (Mercer & Miller, 1997; Ntidi et al., 2012). Varios géneros de nematodos han sido asociados al cultivo de pera y algunos parasitados (Askary et al., 2012). Bergna (1976) encontró juveniles de *Heterodera* asociados a la rizósfera de manzanos en la zona de Alto Valle. Algunos miembros de la familia Tylenchidae pueden ser considerados fitófagos facultativos debido a que no solamente se alimentan de pelos radiculares sino también pueden alimentarse y reproducirse sobre hifas (Okada et al., 2005). Bardgett et al. (1999) reportaron que representantes de la familia Tylenchidae, pueden ser abundantes alrededor de las raíces y alimentarse de células epidérmicas y/o pelos radiculares de las plantas sin causar daños considerables a las mismas.

En H de todas las parcelas, se observó un patrón común de distribución entre la abundancia de nematodos de categoría c-p2 y c-p3, dominando los c-p2. La familia Tylenchidae fue ubicada en la categoría c-p2 por Bongers, (1990) por su tolerancia a la perturbación del suelo. En cambio, en la categoría c-p3 se ubican otras familias de nematodos del orden Tylenchida que son relativamente sensibles al disturbio (Bongers & Bongers, 1998). La prevalencia de nematodos de categoría c-p2 respecto a c-p3 en H concuerda con el sitio de mayor disturbio por la aplicación de fertilizantes y herbicidas. El mayor contenido de fósforo disponible en el suelo se obtuvo en H respecto a los espacios EH, atribuido a la fertilización aplicada. Otra razón posible de esta diferencia es que el contenido de nutrientes de las plantas puede causar un ajuste en la composición de nematodos fitófagos (Bongers et al., 1997; Vestergard,

2004). En particular, en H correspondiente a la parcela *Festuca* se observó la mayor diferencia entre la abundancia de estas dos categorías de nematodos. Si bien en esta posición, los suelos están bien provistos de nutrientes, el tenor salino puede afectar la absorción y el transporte o partición de los nutrientes adentro de la planta (Grattan & Grieve, 1999; Hu & Schmidhalter, 2005).

La diversidad de nematodos estimada por el índice de Simpson, fue mayor en el EHVE respecto a los otros espacios. La cobertura EHVE contenía mayor riqueza de especies de plantas lo que ofrecería mayor diversidad vegetal para los nematodos. Esto concuerda con la relación encontrada por Stephan et al., (2000) entre la diversidad de especies vegetales y la abundancia o diversidad de organismos del suelo. Bajo esta misma cobertura, el índice de equidad fue mayor, es decir que estuvo mejor distribuida la abundancia entre los géneros de nematodos en EHVE, que en EHMG y EHFe. El índice PPI fue similar entre los espacios EH, aunque los taxones que contribuyeron al cálculo de este índice fueron distintos según la cobertura, el género *Helicotylenchus* tuvo mayor peso con la cobertura Fe y Criconematidae con MG. En H el índice PPI fue menor respecto a EH. La menor población de nematodos fitófagos hallados en H podría explicarse por la acción del herbicida sobre los nematodos y la vegetación que disminuyó el recurso alimenticio de los mismos (Rahman et al., 2009). En la zona del Alto Valle, para manzano, los valores de PPI fueron similares a los encontrados en los espacios H y EH hallados en este estudio (Azpilicueta et al., 2014).

El uso de residuos de plantas y animales puede aumentar o disminuir la población de nematodos fitófagos (Thoden et al., 2011; Chauvin et al., 2015) o no asociarse con la biomasa vegetal (De Deyn et al., 2004). En esta investigación, la cantidad de materia seca aportada por las coberturas no se correlacionó con el número total de nematodos fitófagos del suelo.

CONCLUSIONES

Los nematodos fitófagos fueron más abundantes entre hileras de pera con diferentes tipos de vegetación que en los espacios entre plantas libres de maleza. En la estructura taxonómica de la comunidad de fitófagos, los dominantes variaron según el tipo de cobertura. Los nematodos ectoparásitos prevalecieron respecto a los endoparásitos para todos los casos. El porcentaje más alto de nematodos endoparásitos se registró en el espacio entre hileras con vegetación espontánea. En la hilera de plantación se observó la presencia de nematodos de las categorías c-p2 y c-p3, predominando el grupo c-p2. Al momento de la elección de una cubierta vegetal es importante tener en cuenta aquella que aporte mayor contenido de materia orgánica al suelo y evitar que sea reservorio de nematodos fitófagos que puedan dañar a la plantación frutal.

BIBLIOGRAFIA

- Aruani, M.C., E. Sánchez, C. Dussi & C. Arjona.** 2001. Micronutrientes disponibles en suelos del Alto Valle de Río Negro, Argentina. *Agro-Ciencia* (Chile) 17(1): 23-28.
- Aruani, M.C., E. Sánchez & P. Reeb.** 2006. Cambios en las propiedades de un suelo franco bajo producción orgánica de manzano utilizando coberturas vegetales. *Revista Argentina de la Ciencia del Suelo* 24: 131-137.
- A.O.A.C. Association of Official Analytical Chemists.** 1990. Official Methods of Analysis. Washington D.C. 15th edition.
- Askary, T.H, S.A. Banday, U. Iqbal, A.A. Khan, M.M. Mir & M.I. Waliullah. E.** 2012. Plant parasitic nematode diversity in pome, stone and nut fruits. En: *Agroecology and Strategies for Climate Change. Sustainable Agriculture Reviews* 8. Lichtfouse E., Ed. Springer. pp. 237-268.
- Azpilicueta, C.V., M.C. Aruani, P.D. Reeb & E.E. Sánchez.** 2008. Estructura de la comunidad de nematodos del suelo bajo dos niveles de fertilización nitrogenada en Alto Valle de Río Negro, Argentina. *Nematropica* 38 (1): 75-86.
- Azpilicueta, C., M.C. Aruani & E. Chaves.** 2011. Relación entre la nematofauna y la historia de manejo del suelo en huertos frutícolas. *Agro Sur* 39 (1): 13-23.
- Azpilicueta, C., M.C. Aruani, & E. Chaves.** 2013. Composition of plant-feeding nematodes in agriculture soils with different salinity levels. *Nematropica* 43 (2): 279.
- Azpilicueta, C.V., M.C. Aruani, E. Chaves & P.D. Reeb.** 2014. Soil nematode responses to fertilization with ammonium nitrate after six years of unfertilized apple orchard. *Spanish Journal of Agricultural Research* 12: 353-363.
- Azpilicueta, C., M.C. Aruani & E. Chaves.** 2015. Identification of four population of *Pratylenchus* in Patagonia, Argentina. *Nematropica* 45 (2):45.
- Bardgett, R.D.** 2005. The biology of soil: a community and ecosystem approach. Editorial Oxford University Press. New York. 242 pp.
- Bardgett, R.D., R. Cook, G.W. Yeates & C.S. Denton.** 1999. The influence of nematodes on below-ground processes in grassland ecosystems. *Plant and Soil* 212: 23-33.
- Bergna, D.A.** 1976. Reconocimiento de nematodos perirradiculares en manzanos y perales. *Investigación Agropecuaria* 4: 18-25.
- Bongers, T.** 1990. The maturity index: an ecological measure of environmental disturbance based on nematode species composition. *Oecologia* 83: 14-19.
- Bongers T. & M. Bongers.** 1998. Functional diversity of nematodes. *Applied Soil Ecology* 10: 239-251.
- Bongers T., van der Meulen H. & G. Korthals.** 1997. Inverse relationship between the nematode maturity index and plant parasite index under enriched nutrient conditions. *Applied Soil Ecology* 6:195-199.
- Caveness, F.E. & H.J. Jensen.** 1955. Modification of the centrifugal-flotation technique for the isolation and concentration of nematodes and their eggs from soil and plant tissue. *Proceedings of the Helminthological Society of Washington* 22: 87-89.
- Chauvin, C., M. Dorel, C. Villenave, J. Roger-Estrade, L. Thuries & J.M. Risède.** 2015. Biochemical

characteristics of cover crop litter affect the soil food web, organic matter decomposition, and regulation of plant-parasitic nematodes in a banana field soil. *Applied Soil Ecology* 96: 131-140.

C.I.L., Consorcio Inconas Latinoconsult. 1991. Estudio para el Aprovechamiento Integral del Río Negro. Etapa II. Informe Edafológico 243 pp.

De Deyn, G.B., C.E. Raaijmakers, J. van Ruijven, F. Berendse & W.H. van der Putten. 2004. Plant species identity and diversity effects on different trophic levels of nematodes in the soil food web. *Oikos* 106: 576-586.

Di Rienzo, J.A., F. Casanoves, M.G. Balzarini, L. Gonzalez, M. Tablada & C.W. Robledo. 2013. InfoStat. Grupo InfoStat. FCA. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.

Dijgal, D., C. Chabrier, P.F. Duyck & R. Achard, P. Quénehervé & P. Tixier. 2012. Cover crops alter the soil nematode food web in banana agroecosystems. *Soil Biology & Biochemistry* 48: 142-150.

Doucet, M.E. 1992. Asociaciones entre nematodos fitófagos y malezas en la República Argentina. *Agriscientia* 9: 103-112.

Doucet, M.E., E.L. De Ponce de León, P. Milanesio, C. Azpilicueta, & E. Maero. 2000. Asociación entre *Taraxacum officinale* y *Meloidogyne hapla* detectada en Argentina. *Nematologia Mediterranea* 28: 63-66.

Ferris, H., S. Sánchez-Moreno & E.B. Brennan. 2012. Structure, functions and interguild relationships of the soil nematode assemblage in organic vegetable production. *Applied Soil Ecology* 61:16-25.

Flores, L., M.C. Dussi, C. Fernández, C. Azpilicueta, M.C. Aruani & D. Sugar. 2015. Impact of alleyway management and vegetation diversity on nematode abundance in pear agroecosystems. *Proc. XII International Pear Symposium. Acta Horticulturae* 1094: 341-349.

Grattan, S.R. & C.M. Grieve. 1999. Salinity-mineral nutrient relations in horticultural crops. *Scientia Horticulturae* 78: 127-157.

Hu, Y. & U. Schmidhalter. 2005. Drought and salinity: A comparison of their effects on mineral nutrition of plants. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 168: 541-549.

McCullagh, P., J.A. Nelder. 1989. Generalized linear models, 2nd Edition. Chapman & Hall, London. 511 pp.

Mercer, C.F. & K.J. Miller. 1997. Evaluation of 15 *Trifolium* spp. and of *Medicago sativa* as hosts of four *Meloidogyne* spp. found in New Zealand. Supplement to the *Journal of Nematology* 29(4S): 673-676.

Moavro, I.A. 2010. Peras y manzanas. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. *Revista Alimentos Argentinos* 48: 1-3.

Ntidi, K.N., H. Fourie, A.H. Mc Donald, D. De Waele & Ch. M.S. Mienie. 2012. Plant-parasitic nematodes associated with weeds in subsistence agriculture in South Africa. *Nematology* 14(7): 875-887.

Nyczypor, A.P., & J.M. Halbrendt. 1993. Nematode pests of deciduous fruit and nut trees. En: *Plant*

Parasitic Nematodes in Temperate Agriculture. Evans K., Trudgill, D., L. & Webster, J.M. CAB International, Wallingford, England. pp. 381-425.

Okada, H., H. Harada, & I. Kadota. 2005. Fungal-feeding habits of six nematode isolates in the genus *Filenchus*. *Soil Biology & Biochemistry* 37: 1113-1120.

Olsen, S.R., C.V. Cole, F.S. Watanabe & L.A. Dean. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. USDA Circ. 939. Washington D.C. United States Department of Agriculture.

Rahman, L., M.A. Whitelaw-Weckert, R.J. Hutton & B. Orchard. 2009. Impact of floor vegetation on the abundance of nematode trophic groups in vineyards. *Applied Soil Ecology* 42: 96-106.

Sánchez, E.E., A. Giayetto, L. Cichón, D. Fernández, M.C. Aruani & M. Curetti. 2007. Cover crops influence soil properties and tree performance in an organic apple (*Malus domestica* Borkh) orchard in northern Patagonia. *Plant and Soil* 292:193-203.

Siddiqi, M.R. 1985. Tylenchida. Parasites of plants and insects. Farmham Royal, UK: Commonwealth Agricultural Bureaux. 645 pp.

Sohlenius, B., S. Boström & M. Viketoft. 2011. Effects of plant species and plant diversity on soil -nematodes- a field experiment on grassland run for seven years. *Nematology* 13: 115-131.

Soil Survey Staff. 2010. Keys to Soil Taxonomy. 11th Edition. USDA. Washington D.C. 338 pp.

Stephan, A., A.H. Meyer & B. Schmid. 2000. Plant diversity affects culturable soil bacteria in experimental grassland communities. *Journal of Ecology* 88, 988-998.

Thies, J.A., A.D. Petersen & D.K. Barnes. 1995. Host suitability of forage grasses and legumes for root-lesion nematode *Pratylenchus penetrans*. *Crop Science* 35: 1647-1651.

Thoden, T.C., G.W. Korthals & A.J. Termorshuizen. 2011. Organic amendments and their influences on plant-parasitic and free-living nematodes: a promising method for nematode management? *Nematology* 13: 133-153.

Vestergard, M. 2004. Nematode assemblages in the rhizosphere of spring barley (*Hordeum vulgare* L.) depended on fertilization and plant growth phase. *Pedobiologia* 48: 257-265.

Viketoft, M. 2013. Determinants of small-scale spatial patterns: Importance of space, plants and abiotics for soil nematodes. *Soil Biology & Biochemistry* 62: 92-98.

Viketoft, M., J. Bengtsson, B. Sohlenius, M. Berg, O. Petchey, C. Palmborg & K. Huss-Danell. 2009. Long-term effects of plant diversity and composition on soil nematode communities in model grasslands. *Ecology* 90: 90-99.

Walkley, A. & I.A. Black. 1934. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chronic acid titration method. *Soil Science* 34: 29-38.