



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Facultad de Ciencias Experimentales

Trabajo Fin de Grado

***Distribución vertical de
la fauna de doriláimidos
(nematoda: Dorylaimida)
en un suelo de olivar***

Alumno: Jorge Berzosa León

Jaén, julio de 2018



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Facultad de Ciencias Experimentales

Trabajo Fin de Grado

***DISTRIBUCIÓN VERTICAL
DE LA FAUNA DE
DORILÁIMIDOS
(NEMATODA:
DORYLAIMIDA) EN UN
SUELO DE OLIVAR***

Alumno: Jorge Berzosa León

Jaén, julio de 2018

Índice

1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1	Los nematodos como grupo animal	1
1.2	Sobre el orden Dorylaimida	2
1.3	El olivar como agroecosistema	5
1.3.1	<i>Producción integrada</i>	8
2	ANTECEDENTES	9
2.1	Sobre los nematodos asociados al olivar	9
2.2	Sobre la distribución vertical (en profundidad) de los doriláimidos	13
3	HIPÓTESIS DE TRABAJO	13
4	OBJETIVOS	14
5	ÁREA DE ESTUDIO	15
5.1	Localización	15
5.2	Geología	17
5.3	Edafología	17
5.4	Clima	18
6	MATERIAL Y MÉTODOS	19
6.1	Labor de campo	19
6.2	Trabajo de laboratorio	21
6.2.1	<i>Extracción</i>	21
6.2.2	<i>Muerte y fijación</i>	22
6.2.3	<i>Montaje en glicerina anhidra. Método de Siddiqi (1964)</i>	23
6.3	Estudio de gabinete	24
7	RESULTADOS Y SU DISCUSIÓN	25
7.2	Caracterización biogeográfica de las especies encontradas	26
7.3	Datos generales de distribución	27
7.5.1	<i>Índice de Simpson (D_s)</i>	36
7.6	Similitud entre los diferentes niveles de profundidad	37
7.6.1	<i>Índice de Sorensen</i>	37
8	CONCLUSIONES	39
9	BIBLIOGRAFÍA	39

RESUMEN

En este trabajo se ha estudiado la fauna de doriálimidos asociada a un olivar en la provincia de Jaén. Se han recolectado un total de 29 muestras de suelo en tres puntos hasta una profundidad de 20 cm en diez niveles de 2 cm cada uno. Se han identificado un total de 1270 ejemplares de 17 especies, 14 géneros y seis familias. Las especies tienen una distribución geográfica diversa ya que la comunidad está constituida por formas cosmopolitas, holárticas, mediterráneas e ibéricas. La abundancia está dominada por *Aporcelaimellus obtusicaudatus* (76,85% del total), especie que condiciona la distribución de las demás. La distribución vertical de la abundancia total sigue un modelo decreciente, pero no así la de la diversidad, la cual no presenta variación apreciable a partir de los 4 cm de profundidad. La distribución vertical de las especies consideradas individualmente muestra tendencias distintas.

Palabras clave: Dorylaimida, distribución, dominancia, diversidad, nematodos, olivar, profundidad, suelo.

SUMMARY

Dorylaimid fauna associated with an olive orchard in Jaén province is studied. A total of 29 soil samples have been collected in three locations till 20 cm depth in ten levels of 2 cm deep each. 1270 specimens belonging to 17 species, 14 genera and six families have been identified. Geographical spread of species is highly variable as cosmopolitan, Holarctic, Mediterranean and Iberian forms are present. Dorylaimid abundance is dominated by *Aporcelaimellus obtusicaudatus* (76,85% of the total), whose high abundance values affect those of other species. Vertical (depth) distribution of dorylaimid abundance shows a decreasing pattern, which is not perceptible for diversity as no significant difference is appreciable in its values in the 4-20 cm range. Vertical distribution of particular species shows different tendencies.

Key words: Dorylaimida, depth, distribución, dominance, diversity, nematodes, olive, soil.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Los nematodos como grupo animal

Los nematodos (filo Nematoda) son animales de aspecto vermiforme, con un cuerpo cilíndrico y alargado (Figura 1A) —su nombre proviene del término griego “nema”, el cual significa hilo—, y de tamaño muy variable pero casi siempre microscópicos. Presentan simetría bilateral, modificada posteriormente a una trirradial o hexarradial en algunas estructuras. El cuerpo está protegido por una cutícula externa engrosada que mudan (ecdisoos) cuatro veces a lo largo de su vida. Internamente se caracterizan por ser pseudocelomados. En su pared corporal destaca la existencia de musculatura longitudinal, pero en ningún caso musculatura circular (Fig. 1C). Cerca del extremo anterior poseen un par órganos quimiorreceptores especiales y exclusivos, llamados anfidios (Fig. 1B) (Ruppert & Barnes, 1996; Lee, 2002; Hickman, *et al.*, 2009).

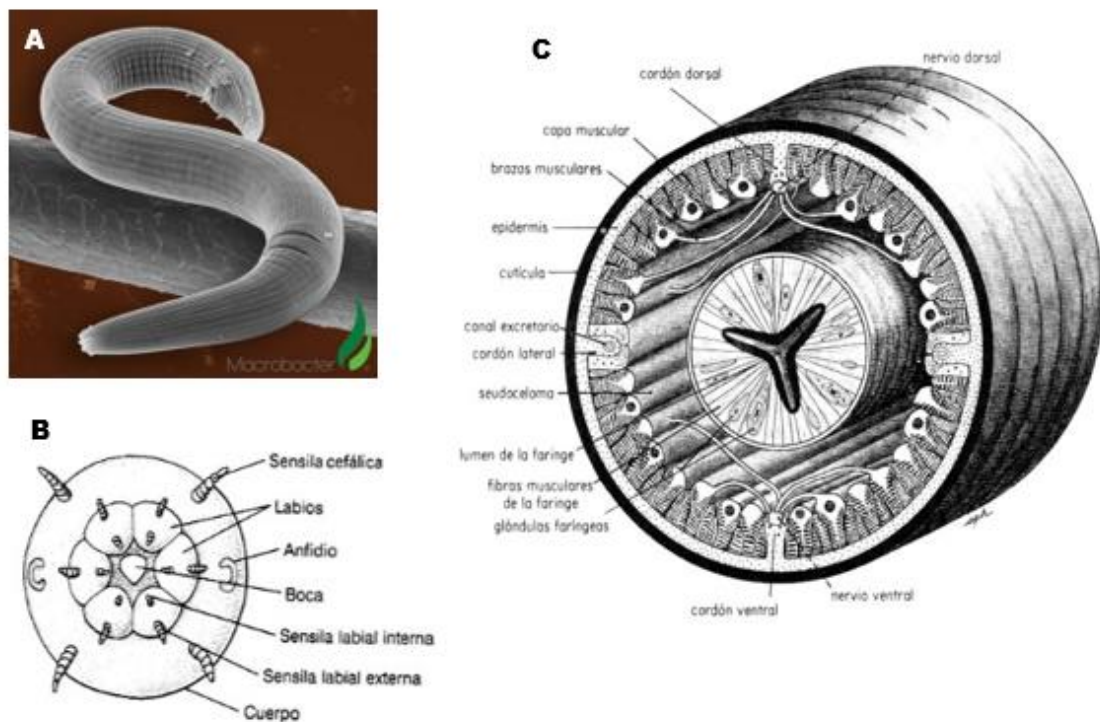


Figura 1. A: Anatomía general de un nematodo; B: Región anterior; C: Corte transversal.

Sus hábitos tróficos son enormemente variados: carnívoros, herbívoros o fitófagos, bacteriófagos, micófagos, saprófagos, etc. Muchas especies son formas de vida libre, pero no pocas se han adaptado a la vida parásita, con hospedadores tanto vegetales como animales, incluido el hombre, a los que causa plagas o enfermedades. Los nematodos presentan únicamente reproducción sexual, casi siempre con diferenciación de machos y hembras — en muy raras ocasiones se encuentran formas hermafroditas—, si bien es frecuente que sólo se conozcan hembras, que en ese caso se reproducen por partenogénesis. El desarrollo es directo, pero el animal pasa por cuatro (muy rara vez tres) estadios juveniles (J1 – J4) antes de alcanzar la forma adulta (Lee, 2002).

Se conocen cerca de 25000 especies descritas, aunque una estimación por parte de distintos autores eleva esa cifra hasta las 100.000 (Hugot *et al.*, 2001). En general, su identificación encierra grandes dificultades debido a su elevada diversidad, su pequeño tamaño y su patrón corporal tan uniforme.

Han colonizado todo tipo de hábitats, desde sedimentos de fondos marinos a suelos de altitudes elevadas, desde las regiones polares a los trópicos, incluyendo áreas naturales, cultivadas, etc. (Ruppert y Barnes, 1996). Las especies adaptadas a ecosistemas terrestres viven en la capa de agua que existe alrededor de las partículas del suelo y se desplazan mediante ondulaciones del cuerpo a través de los macroporos que hay en él. Debido a su ubicuidad, abundancia y diversidad, se vienen utilizando en estudios medioambientales como bioindicadores, siendo de gran utilidad para medir el grado de perturbación, cambios de estructura y funcionamiento en los suelos (Bongers, 1999, Wilson y Kakouli-Duarte, 2009).

1.2 Sobre el orden Dorylaimida

Los doryláimidos (Fig. 2), con más de 2500 especies descritas y más de 250 géneros (Andrássy, 2009), son seguramente el orden más diverso de cuantos componen el filo Nematoda. Su patrón corporal se caracteriza por una combinación exclusiva de rasgos morfológicos (Jairajpuri y Ahmad, 1992; Jiménez-Guirado *et al.*, 2007; Peña-Santiago, 2013). Su estoma o cavidad bucal

está dotada de un odontostilo axial o diente mural (Fig. 3), es decir, una estructura punzante que usan para obtener el alimento. La faringe está compuesta de una región anterior musculosa y más delgada que la región posterior o basal, que es más ensanchada, dando de manera conjunta la sensación de forma de botella. La región posterior del intestino, llamada prerrecto, aparece diferenciada del resto, siendo este rasgo exclusivo del grupo. Los machos presentan un par de papilas adcloacales, rasgo también exclusivo del grupo. La cola, muy diversa en los que respecta a su forma y tamaño, muestra en ocasiones dimorfismo sexual, y carece siempre de glándulas caudales.



Figura 2 . Apariencia general orden Dorylaimida. A: Hembra. B: Macho.
(Según Jiménez-Guirado *et al.*, 2007).

Se desconoce con detalle cuáles son sus hábitos alimenticios, pero en general se asume que son omnívoros y/o predadores, si bien algunas especies, como los representantes de la familia Longidoridae, se ha demostrado que son fitoparásitos e incluso vectores de virus vegetales. Bongers y Bongers, (1998) los describen como estrategias K, con ciclo de vida largo y relativamente grandes. Tienen una amplísima distribución en los suelos y en los sedimentos de aguas continentales, pero no se conocen entre ellos formas marinas. Son especialmente abundantes y diversos en hábitats naturales, de tal suerte que su número disminuye significativamente cuando existe alguna alteración de dichos hábitats. En este sentido, se consideran buenos bioindicadores de la calidad del suelo, que autores como Bongers y Bongers, (1998) relacionan con el hecho de presentar una cutícula permeable a agentes contaminantes.

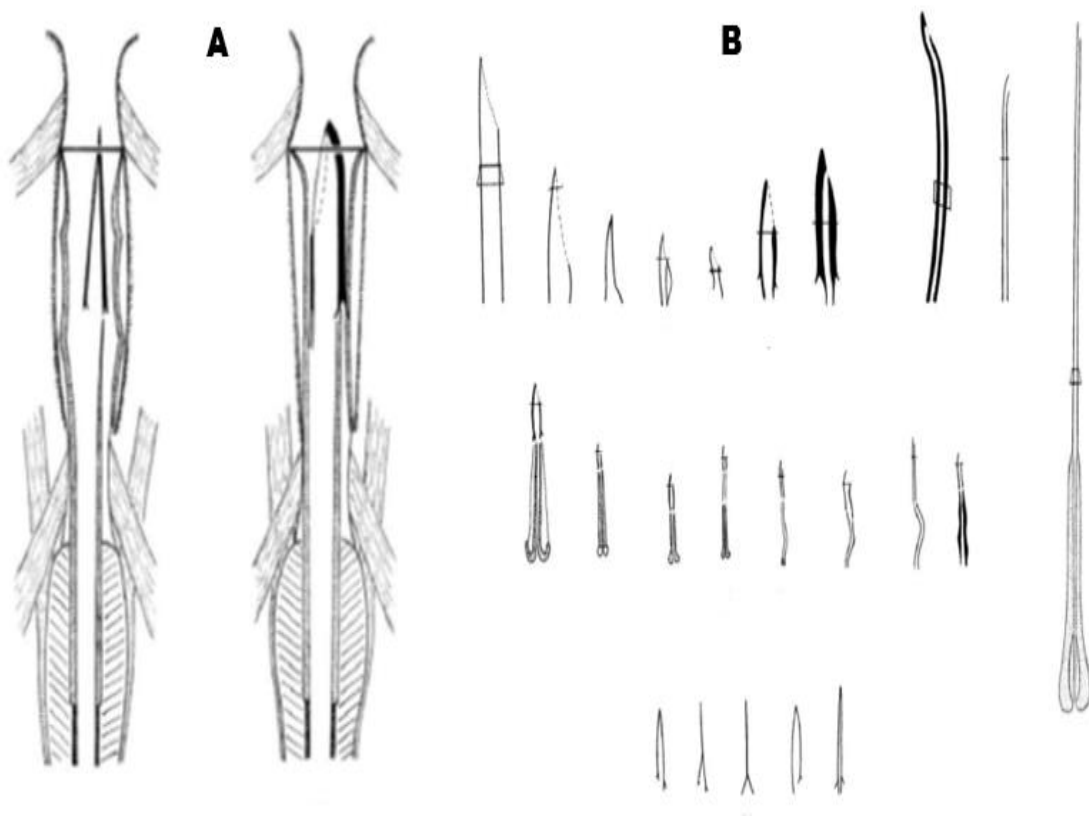


Figura 3 A) A la izquierda el diente mural; A la derecha Odontostilo; B) Diversos tipos de odontostilo y diente mural en Dorylaimida. (Según Jairajpuri y Ahmad, 1992; Jiménez-Guirado *et al.*, 2007)

1.3 El olivar como agroecosistema

El olivo (*Olea europaea* L.) es una especie vegetal perteneciente a la familia Oleaceae del orden Lamiales. Se trata de un árbol perennifolio, andromonoico (presenta en la misma planta flores hermafroditas y flores masculinas) con un tronco relativamente corto y con ramas principales gruesas. La corteza se caracteriza por tener un color grisáceo, presentado grietas en ejemplares que han alcanzado el estado adulto. Copas relativamente masificadas y de forma redonda. Presenta hojas simples, opuestas, de forma lanceolada, coriáceas (textura similar a cuero) y con un corto peciolo. El haz tiene un color verde mientras que el envés presenta un color plateado o gris. Flores hermafroditas o unisexuales en panículas axilar. El fruto, llamado de forma común, aceituna, de tipo carnoso en drupa, presenta diversidad de colores, con pericarpo carnoso y oleaginoso y con endocarpo oseo, que contiene la semilla. Típicamente mediterránea es capaz de soportar períodos anuales de lluvia y frío, así como largas sequías y elevadas temperaturas. La variedad *sylvestris*, conocida comúnmente como acebuche, es autóctona de España, desarrollándose principalmente en zonas con suelos arcillosos y temperaturas relativamente suaves (Salazar y Guerrero, 2012). En España este cultivo se distribuye condicionado por las exigencias climáticas y ambientales de las plantas ya que necesita veranos y otoños cálidos que posibiliten la maduración de la aceituna, pero a la vez las yemas de flor necesitan pasar frío para completar el proceso de diferenciación. Estas exigencias son uno de los motivos por los que se han obtenido múltiples hibridaciones entre olivos de forma artificial, contabilizándose en España unas 272 variedades de *europaea* spp. (Salazar y Guerrero, 2012). Además, las nuevas tecnologías permiten la creación de organismos genéticamente modificados (OGM), que han originado nuevas variedades con características especiales que mejoran la adaptabilidad al medio, la producción y/o el aumento de la resistencia frente a enfermedades provocadas por hongos, insectos y nematodos (Garrido *et al.*, 2008).

En la actualidad el olivar, que es como se conoce al paisaje formado por la plantación de olivos, se extiende por toda la cuenca mediterránea debido a que ha sido cultivado históricamente por las culturas que se han desarrollado en esta área, tales como los egipcios, fenicios y romanos entre otros muchos. Aunque a

lo largo de la historia se ha utilizado para diversas aplicaciones como artesanía, leña o alimentación, hoy en día su principal uso es el gastronómico. El olivar es así una especie típica de los paisajes mediterráneos de la península ibérica, muy especialmente de Andalucía, donde constituye un elemento fundamental del territorio, ocupando una superficie (Fig. 4, Tabla 1) aproximada de un 16% de la superficie total (1,5 millones de hectáreas), representando el 60% del olivar español y el 30% del olivar comunitario (Martínez y Ruiz, 2016).

Tabla 1. Superficie de olivar en Andalucía. (Plan director del olivar Andaluz, Consejería de Agricultura y Pesca Junta de Andalucía, 2010)

Provincia	Superficie de olivar	
	Hectáreas	%
Almería	18.079	1,18%
Cádiz	23.133	1,51%
Córdoba	343.640	22,47%
Granada	184.073	12,04%
Huelva	36.512	2,39%
Jaén	571.423	37,37%
Málaga	127.490	8,34%
Sevilla	224.700	14,70%
ANDALUCÍA	1.529.050	100%

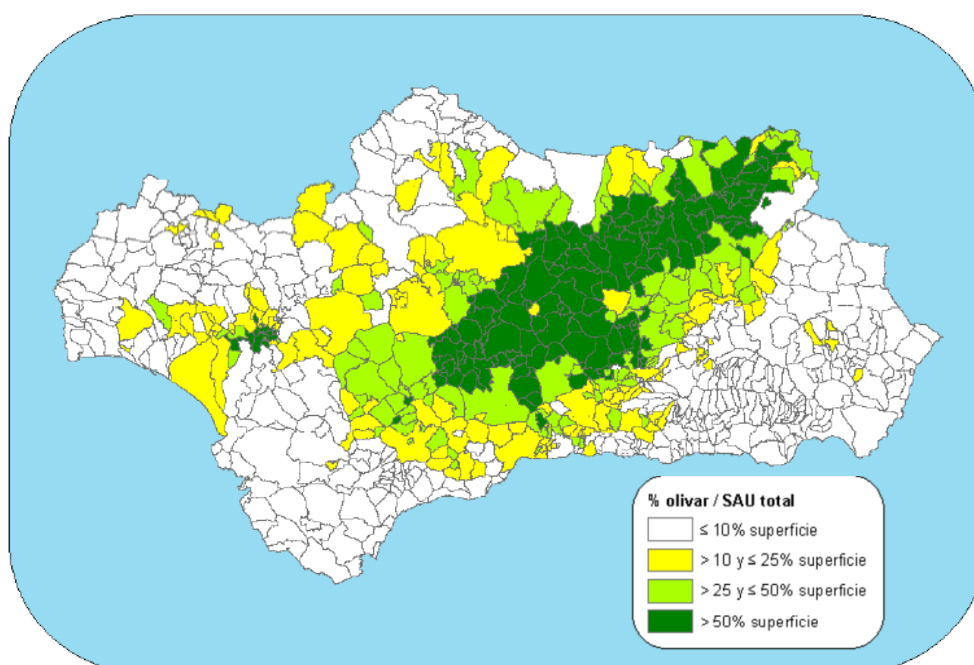


Figura 4. Mapa de la superficie de olivar en Andalucía respecto a la superficie agraria útil (SAU). (Plan director del olivar andaluz. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural.)

Considerado como un agroecosistema, el olivar presenta unas características muy diversas, que dependen no solamente del medio o régimen de plantación sino de las técnicas de producción, distinguiendo según la Administración tres sistemas principales: ecológico, integrada y convencional (Garrido *et al.*, 2008). Su manejo de este ha evolucionado desde un enfoque convencional, basado en el laboreo del suelo, tratamiento con agroquímicos, etc., hasta modelos de gestión ecológica mucho más respetuosa con el medio ambiente (Fig. 5) (Colombo y Camacho-Castillo, 2014)

Las condiciones edáficas y de orografía del olivar en Andalucía son también muy variables, desde suelos con fuertes pendientes y poco espesor a suelos profundos en vegas muy fértiles, Dichas condiciones orográficas, junto a un

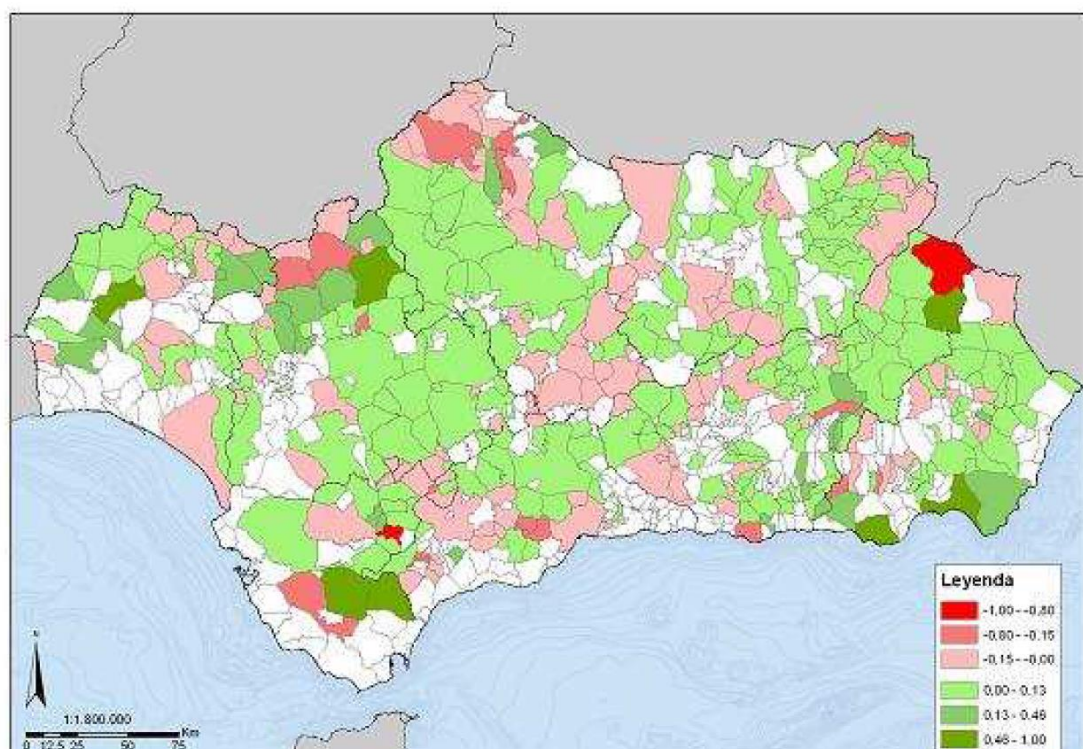


Figura 5. Dinámica de crecimiento o desarrollo del Olivar ecológico (2005-2009). (Colombo y Camacho-Castillo, 2014).

modelo de producción convencional, ha generado, por ejemplo, la pérdida de suelo por erosión, hecho que se ha tratado de paliar con formas de gestión más conservadoras, entre las que ha tenido una gran aceptación el cultivo ecológico, que en la actualidad ocupa grandes extensiones. Hay que destacar que el suelo de olivar en Andalucía tiene una pendiente que va desde el 8 al 16%, provocando

uno de los principales problemas asociados a este tipo de cultivo, la erosión del suelo. Las zonas de olivar que presentan una pendiente superior al 15%, y que representan más del 30% del territorio cultivado por olivo, tienen un mayor riesgo de sufrir erosión, que, en casos extremos, se ha llegado a cifrar en pérdidas de suelo que superan en 10 veces la capacidad de regeneración de este, haciendo del mismo un recurso no renovable (DR 103/2015, de 10 de marzo, Plan Director del Olivar)

1.3.1 Producción integrada

La Producción Integrada básicamente es un modelo agrícola (Fig. 6) cuya finalidad es establecer o reforzar las medidas de prevención o supresión de organismos perjudiciales para los cultivos. La ley obliga a tener en cuenta medidas de protección del medio ambiente y persigue la viabilidad económica de la explotación, debido a su interés socioeconómico.

Dicho sistema está regulado mediante normativas que de manera general definen los objetivos, requisitos y condiciones que deben cumplir los



Figura 6. Paisaje originado por un modelo de producción integrada en cultivo de olivar.

productores. Las normas básicas que lo regulan son a nivel estatal el Real Decreto 1201/2002, de 20 de noviembre, por el que se regula la producción integrada de productos agrícolas, y a nivel autonómico en Andalucía el Decreto 245/2003, de 2 de septiembre, por el que se regula la producción integrada y su indicación en productos agrarios y sus transformados, modificado por el Decreto 7/2008, de 15 de enero y desarrolladas por la Orden de 13 de diciembre de 2004.

2 ANTECEDENTES

2.1 Sobre los nematodos asociados al olivar

Hasta el momento presente, el estudio de los nematodos doriláimidos asociados al cultivo del olivo ha recibido atención diversa. Por un lado, apenas se conocen las formas de vida libre que pueblan los suelos de olivar. Por otro, las especies de interés fitopatológico, muy en especial los representantes de la familia Longidoridae, han sido exhaustivamente escrutados, en particular en el área circunmediterránea. En la Tabla 2 se presenta una recopilación de las citas existentes hasta la actualidad de las especies asociadas al cultivo del olivo. La lista se compone de un total de 52 especies de siete géneros, con un predominio abrumador de los representantes de la familia Longidoridae, 48 especies de los géneros *Longidorus* y *Xiphinema*, en tanto que los únicos representantes de formas de vida libre son cuatro especies que pertenecen a los géneros *Belondira*, *Carcharolaimus* y *Discolaimus*.

Tabla 2. Especies de doriláimidos asociados al cultivo del olivo en el mundo*.

Especie	País	Referencia
<i>Belondira tarjani</i> Ferris, Ferris & Goseco, 1983	España	Peralta y Peña-Santiago (1996)
	España	Jiménez-Guirado <i>et al.</i> (2007)
<i>Carcharolaimus olearum</i> (Peña-Santiago & Liébanas, 2001)	España	Peña-Santiago y Liébanas (2001)
<i>Discolaimus agricolus</i> Sauer & Annels, 1986	España	Peña-Santiago <i>et al.</i> (2002)
<i>Discolaimus mariae</i> Peña-Santiago, Torres, Liébanas & Abolafia, 2002	España	Peña-Santiago <i>et al.</i> (2002)
<i>Longidorus alveus</i> Roca, Pereira & Lamberti, 1989	España	Archidona-Yuste <i>et al.</i> (2016)
<i>Longidorus apulus</i> Lamberti & Blevé-Zacheo, 1977	Italia	Lamberti <i>et al.</i> (1985)
<i>Longidorus closelongatus</i> Stoyanov, 1964	Grecia	Lamberti <i>et al.</i> (1996)
	Grecia	Tzortzakakis <i>et al.</i> (2008)

<i>Longidorus cretensis</i> Tzorzatakis, Peneva, Terzakis, Neilson & Brown, 2001	Grecia	Tzortzakakis et al. (2008)
<i>Longidorus euonymus</i> Mali & Hooper, 1974	Italia	Lamberti et al. (1985)
	Italia	Roca et al. (1990)
	Bulgaria	Lamberti et al. (1997)
<i>Longidorus indalus</i> Archidona-Yuste, Navas-Cortés, Cantlapiedra-Navarrete, Palomars-Rius & Castillo, 2016	España	Archidona-Yuste et al. (2016)
<i>Longidorus intermedius</i> Kozłowska & Seinhorst, 1979	España	Andrés y Arias (1988)
<i>Longidorus intermedius</i> Kozłowska & Seinhorst, 1979	Polonia	Brown et al. (1990)
<i>Longidorus intermedius</i> Kozłowska & Seinhorst, 1979	España	Archidona-Yuste et al. (2016)
<i>Longidorus iranicus</i> Sturhan & Barooti, 1983	Irán	Sturhan y Barooti (1983)
	Italia	Lamberti et al. (1985)
	Italia	Roca et al. (1986)
	Italia	Roca et al. (1990)
	Italia	Roca et al. (1991)
<i>Longidorus juvenilis</i> Dalmasso, 1969	Italia	Roca et al. (1990)
<i>Longidorus kuiperi</i> Brinkman, Loof & Barbez, 1987	Italia	Lamberti et al. (1985)
<i>Longidorus lusitanicus</i> Macara, 1986	Portugal	Macara (1988)
	España	Archidona-Yuste et al. (2016)
<i>Longidorus macrodorus</i> Archidona-Yuste, Navas-Cortés, Cantlapiedra-Navarrete, Palomars-Rius & Castillo, 2016	España	Archidona-Yuste et al. (2016)
<i>Longidorus macrosoma</i> Hooper, 1961	España	Peña-Santiago (1990)
	Suiza	De Luca et al. (2004)
	Suiza	He et al. (2005)
	España	Téliz et al. (2007)
	Bulgaria	Peneva et al. (2012)
	Moldavia	Poiras et al. (2013)
<i>Longidorus magnus</i> Lamberti, Bleve-Zacheo & Arias, 1982	Italia	Roca et al. (1986)
	España	Archidona-Yuste et al. (2016)
<i>Longidorus oleae</i> Gutiérrez-Gutiérrez, Cantalapiedra-Navarrete, Montes-Borrego, Palomares-Rius, & Castillo, 2013.	España	Gutiérrez-Gutiérrez et al. (2013)
	España	Archidona-Yuste et al. (2016)
<i>Longidorus onubensis</i> Archidona-Yuste, Navas-Cortés, Cantlapiedra-Navarrete, Palomares-Rius & Castillo, 2016	España	Archidona-Yuste et al. (2016)
<i>Longidorus pisi</i> Edward, Misra & Singh, 1964	Jordania	Hashim (1979)
<i>Longidorus silvestris</i> Archidona-Yuste, Navas-Cortés, Cantlapiedra-Navarrete, Palomares-Rius & Castillo, 2016	España	Archidona-Yuste et al. (2016)
<i>Longidorus uroshis</i> Krnjaic, Lamberti, Krnjaic, Agostinelli & Radicci, 2000	Montenegro	Krnjaic et al. (2000)
<i>Longidorus vallensis</i> Archidona-Yuste, Navas-Cortés, Cantlapiedra-Navarrete, Palomares-Rius & Castillo, 2016	España	Archidona-Yuste et al. (2016)
<i>Longidorus vineacola</i> Sturhan & Weischer, 1964	España	Archidona-Yuste et al. (2016)
<i>Longidorus vinearum</i> Bravo & Roca, 1995	España	Archidona-Yuste et al. (2016)
<i>Longidorus wicuoalea</i> Archidona-Yuste, Navas-Cortés, Cantlapiedra-Navarrete, Palomares-Rius & Castillo, 2016	España	Archidona-Yuste et al. (2016)

<i>Nygolaimus parabrachyuris</i> Heyns, 1968	España	Jiménez-Guirado <i>et al.</i> (2007)
<i>Tylencholaimellus polonicus</i> Szczygiel, 1962	España	Peralta and Peña-Santiago (1995)
	España	Jiménez-Guirado <i>et al.</i> (2007)
<i>Xiphinema aequum</i> Roca & Lamberti, 1988	Italia	Roca and Lamberti (1988)
	Italia	Brown <i>et al.</i> (1990)
<i>Xiphinema barensense</i> Lamberti, Roca, Agostinelli & Bleve-Zacheo, 1986	Italia	Lamberti <i>et al.</i> (1986)
	Italia	De Luca <i>et al.</i> (2014)
<i>Xiphinema californicum</i> Lamberti & Bleve-Zacheo, 1979	USA-California	Lamberti y Bleve-Zacheo (1979)
	USA-California	Hashim (1982)
	USA-California	Society of Nematologists (1984)
<i>Xiphinema elongatum</i> Schuurmans-Stekhoven & Teunissen, 1938	Egipto	Diab y El-Eraki (1968)
	Egipto	Hashim (1982)
<i>Xiphinema herakliense</i> Tzortzakakis, Archidona-Yuste, Cantalapiedra-Navarrete, Nasiou, Palomares-Rius & Castillo, 2016.	Grecia	Tzortzakakis <i>et al.</i> (2016)
<i>Xiphinema incertum</i> Lamberti, Choleva & Agostinelli, 1983	España	Palomares-Rius <i>et al.</i> (2016)
<i>Xiphinema index</i> Thorne & Allen, 1950	Croacia	Lamberti <i>et al.</i> (1976)
	Malta	Lamberti <i>et al.</i> (1982)
	Israel	Luc y Cohn (1982)
	Jordania	Hashim (1983)
	Italia	Lamberti <i>et al.</i> (1985)
	Italia	Roca <i>et al.</i> (1990)
	Grecia	Lamberti <i>et al.</i> (1996)
<i>Xiphinema ingens</i> Luc & Dalmasso, 1964	Italia	Lamberti <i>et al.</i> (1975)
	Italia	Hashim (1982)
	Jordania	Hashim (1983)
	Italia	Lamberti <i>et al.</i> (1985)
	Italia	Roca <i>et al.</i> (1987)
<i>Xiphinema italiae</i> Meyl, 1953	Italia	Martelli <i>et al.</i> (1966)
	Italia	Martelli <i>et al.</i> (1966)
	Croacia	Lamberti <i>et al.</i> (1976)
	Italia	Hashim (1982)
	Siria	Lamberti (1984)
	Italia	Lamberti <i>et al.</i> (1985)
	Italia	Roca <i>et al.</i> (1987)
	Libia	Edongali (1989)
	Israel	Brown <i>et al.</i> (1990)
	Italia	Roca <i>et al.</i> (1990)
	Italia	Roca <i>et al.</i> (1990)
	Italia	Roca <i>et al.</i> (1991)
	Grecia-Creta	Lamberti <i>et al.</i> (1996)
	Grecia	Tzortzakakis <i>et al.</i> (2008)
<i>Xiphinema lusitanicum</i> Sturhan, 1984	Portugal	Sturhan (1984)
	Portugal	Macara (1994)

	Portugal	Roca y Bravo (1997)
	Portugal	Bravo <i>et al.</i> (2001)
<i>Xiphinema macroacanthum</i> Lamberti, Roca & Agostinelli, 1990	Italia	Brown <i>et al.</i> (1990)
	Italia	Lamberti <i>et al.</i> (1990)
	Italia	Roca <i>et al.</i> (1990)
<i>Xiphinema madeirense</i> Brown, Faria, Lamberti, Halbrendt, Agostinelli & Jones, 1993	España	Palomares-Rius <i>et al.</i> (2016)
<i>Xiphinema melitense</i> Lamberti, Bleve-Zacheo & Arias, 1982	Italia	Roca <i>et al.</i> (1990)
<i>Xiphinema mesostilum</i> Lamberti, Bravo, Agostinelli & Lemos, 1994	Portugal	Lamberti <i>et al.</i> (1994)
<i>Xiphinema opisthohysterum</i> Siddiqi, 1961	España	Palomares-Rius <i>et al.</i> (2016)
<i>Xiphinema pachtaicum</i> (Tulaganov, 1938) Kirjanova, 1951	Jordania	Hashim (1979)
	Jordania	Hashim (1982)
	Malta	Lamberti <i>et al.</i> (1982)
	Jordania	Hashim (1983)
	Siria	Lamberti (1984)
	Italia	Lamberti <i>et al.</i> (1985)
	Yugoslavia	Barsi (1989)
	Libia	Edongali (1989)
	Italia	Roca <i>et al.</i> (1990)
	Italia	Roca <i>et al.</i> (1990)
	Jordania	Yousef and s'Jacob (1994)
	Grecia-Creta	Lamberti <i>et al.</i> (1996)
	Bulgaria	Lamberti <i>et al.</i> (1997)
	España	Nico <i>et al.</i> (2002)
	España	Orlando <i>et al.</i> (2016)
	España	Palomares-Rius <i>et al.</i> (2016)
	Italia	Lamberti y Martelli (1971)
	Croacia	Lamberti <i>et al.</i> (1973)
	Croacia	Lamberti <i>et al.</i> (1976)
<i>Xiphinema pachydermum</i> Sturhan, 1984	Portugal	Sturhan (1984)
<i>Xiphinema parapachydermum</i> , Gutiérrez-Gutiérrez <i>et al.</i> , 2012	España	Palomares-Rius <i>et al.</i> (2016)
<i>Xiphinema. peruvianum</i> Lamberti & Bleve-Zacheo, 1979	Perú	Alkemade y Loof (1990)
<i>Xiphinema plesiopachtaicum</i> Archidona-Yuste <i>et al.</i> , 2016	España	Palomares-Rius <i>et al.</i> (2016)
<i>Xiphinema pyrenaicum</i> Dalmaso, 1969	España	Arias <i>et al.</i> (2005)
<i>Xiphinema sahelense</i> Dalmaso, 1969	Portugal	Macara (1988)
	Israel	Brown <i>et al.</i> (1990)
<i>Xiphinema turcicum</i> Luc & Dalmaso, 1964	España	Peña-Santiago (1990)
<i>Xiphinema vallense</i> Archidona-Yuste <i>et al.</i> , 2016	España	Palomares-Rius <i>et al.</i> (2016)
<i>Xiphinema vuittenezi</i> Luc, Lima, Weischer & Flegg, 1964	Italia	Roca <i>et al.</i> (1990)

* Recientemente, Archidona-Yuste *et al.* (2016b) han citado 32 especies del género *Xiphinema* en olivares de Andalucía. Algunas de estas citas se refieren a nuevas especies para la ciencia y/o nuevos hallazgos para el olivar.

2.2 Sobre la distribución vertical (en profundidad) de los doriláimidos

Apenas se conocen estudios monográficos que aborden la distribución espacial de los doriláimidos, y muy pocos que se ocupen de la distribución en relación con la profundidad de los suelos. No obstante, podemos encontrar datos de interés de especies aisladas en el contexto del análisis de la distribución de la nematofauna en general y, en algunos casos, trabajos dedicados a especies o géneros particulares. En la Tabla 3 se presenta una recopilación de los datos de distribución vertical de doriláimidos en hábitats de formaciones leñosas de ambiente mediterráneo, que pueden ser útiles con fines comparativos en este trabajo. Se puede ver que existen datos referentes a 18 especies de 11 géneros.

Aunque la información disponible es limitada, se han observado diferentes patrones de distribución vertical. Por ejemplo, una disminución gradual de la abundancia a medida que se incrementa la profundidad, como observaron Castillo *et al.* (1985) en algunas especies de vida libre. Un máximo de abundancia a profundidades medias, como señaló Flegg (1968) para una especie del género *Xiphinema* (máximo a 50 cm de profundidad) y otra del género *Longidorus* (a 70 cm). Un incremento gradual con la profundidad, como señaló también Flegg (*op. cit.*) para *Longidorus profundorum*. Finalmente, en algún caso no se detectó patrón alguno, como ocurrió con *Xiphinema vuittnezezi* en un estudio desarrollado por Nagy *et al.* (1998).

3 HIPÓTESIS DE TRABAJO

La información disponible sobre el tema, ciertamente escasa, sugiere que la distribución vertical de la nematofauna en general y de los doriláimidos en particular puede seguir distintos patrones dependiendo del grupo que se considere. Para este trabajo partimos de la hipótesis de que la dorilaimofauna seguirá el patrón más frecuente que consiste en una disminución gradual conforme aumenta la profundidad. Si esto es así, tanto el número de individuos (abundancia) como su diversidad (riqueza de especies) sufrirán una progresiva disminución cuando comparemos estratos superficiales con estratos profundos.

Tabla 3. Distribución vertical de especies de doriláimidos.

Especies	Rango estudio (cm)	Rango presencia (cm)	Ocurr. Max.	Hábitat	País	Referencia
<i>Aporcelaimellus amylovorus</i>	0-8	2-6	2-4	Bosque mixto	Italia	Clausi y Vinciguerra (1999)
<i>Aporcelaimellus efficiens</i>	0-8	0-8	0-2	Bosque mixto	Italia	Clausi y Vinciguerra (1999)
<i>Aporcelaimellus obtusicaudatus</i>	0-8	0-8	4-6	Bosque mixto	Italia	Clausi y Vinciguerra (1999)
<i>Crassolabium circuliferum</i>	0-8	0-2	-	Bosque mixto	Italia	Clausi y Vinciguerra (1999)
<i>Discolaimoides symmetricus</i>	0-8	6-8	4-6	Bosque mixto	Italia	Clausi y Vinciguerra (1999)
<i>Discolaimus paramajor</i>	0-8	0-6	2-4	Bosque mixto	Italia	Clausi y Vinciguerra (1999)
<i>Eudorylaimus brevis</i>	0-8	2-4	-	Bosque mixto	Italia	Clausi y Vinciguerra (1999)
<i>Eudorylaimus brevis</i>	0-20	0-20	2-10	Bosque mixto	Rumania	Popovici (1980)
<i>Longidorella frontiniani</i>	0-8	0-8	6-8	Bosque mixto	Italia	Clausi y Vinciguerra (1999)
<i>Longidorus africanus</i>	0-120	0-120	0-30	Bosque mixto	Israel	Cohn (1969)
<i>Longidorus africanus</i>	0-90	0-90	60-90	Bosque mixto	USA	Ploeg (1998)
<i>Longidorus attenuatus</i>	0-50	25-50	25-50	Bosque mixto	España	Andrés and Arias (1982)
<i>Microdorylaimus longicollis</i>	0-8	0-8	6-8	Bosque mixto	Italia	Clausi y Vinciguerra (1999)
<i>Paraxonchium loofi</i>	0-8	6-8	-	Bosque mixto	Italia	Clausi y Vinciguerra (1999)
<i>Tylencholaimus ibericus</i>	0-8	4-6	-	Bosque mixto	Italia	Clausi y Vinciguerra (1999)
<i>Tylencholaimus minutus</i>	0-8	4-8	6-8	Bosque mixto	Italia	Clausi y Vinciguerra (1999)
<i>Xiphinema index</i>	0-62	0-62	0-31	Viñedo	USA	Feil et al. (1997)
<i>Xiphinema index</i>	0-62	0-62	31-62	Viñedo	USA-	Feil et al. (1997)
<i>Xiphinema insigne</i>	0-120	0-120	0-30	Viñedo	Israel	Cohn (1969)
<i>Xiphinema italiae</i>	0-120	0-120	0-30	Viñedo	Israel	Cohn (1969)
<i>Xiphinema mediterraneum</i>	0-120	0-120	0-30	Viñedo	Israel	Cohn (1969)

4 OBJETIVOS

Con carácter general, este trabajo pretende caracterizar la comunidad de doriláimidos asociada a un cultivo de olivar y conocer su distribución en relación con la profundidad del suelo. De modo más concreto, se persigue:

- 1) Inventariar las especies que forman la taxocenosis.
- 2) Conocer su composición biogeográfica.
- 3) Establecer su distribución hasta 20 centímetros de profundidad.
- 4) Estudiar y comparar la distribución de las distintas especies.
- 5) Discutir los resultados obtenidos con la información disponible.

5 ÁREA DE ESTUDIO

5.1 Localización

El estudio se ha realizado en una zona agrícola destinada al cultivo de olivar en el municipio de Martos, en la provincia de Jaén (Fig. 7). Se encuentra a unos 23 km de la capital y muy próxima al pueblo de Martos (Fig. 8), siendo una zona de acceso relativamente fácil, que cuenta con una extensa zona de olivar con producción integrada. El municipio se encuentra a una altitud de 751 m (AEMET, 2018), aunque las muestras han sido extraídas en una zona próxima situada a 632 m de altitud (Fig. 9).



Figura 7. Situación geográfica de la provincia de Jaén dentro del territorio Nacional (Tomado Google Earth Pro, vista satélite, 2017).

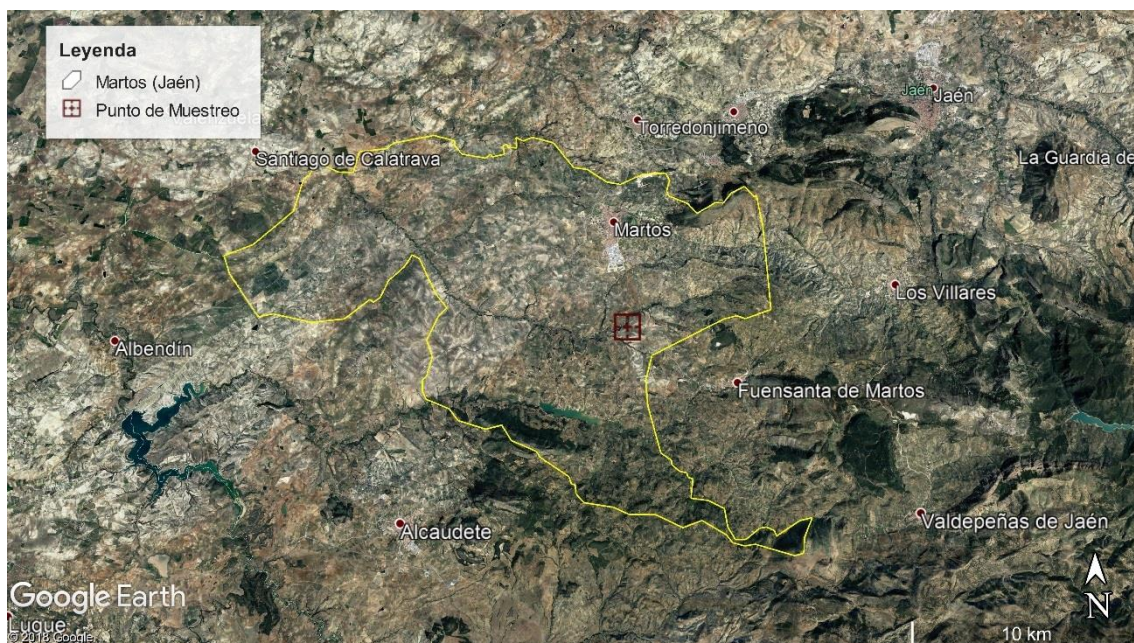


Figura 8. Situación detallada del punto de muestreo en el municipio de Martos, Jaén. (Tomado Google Earth Pro, vista satélite, 2017)

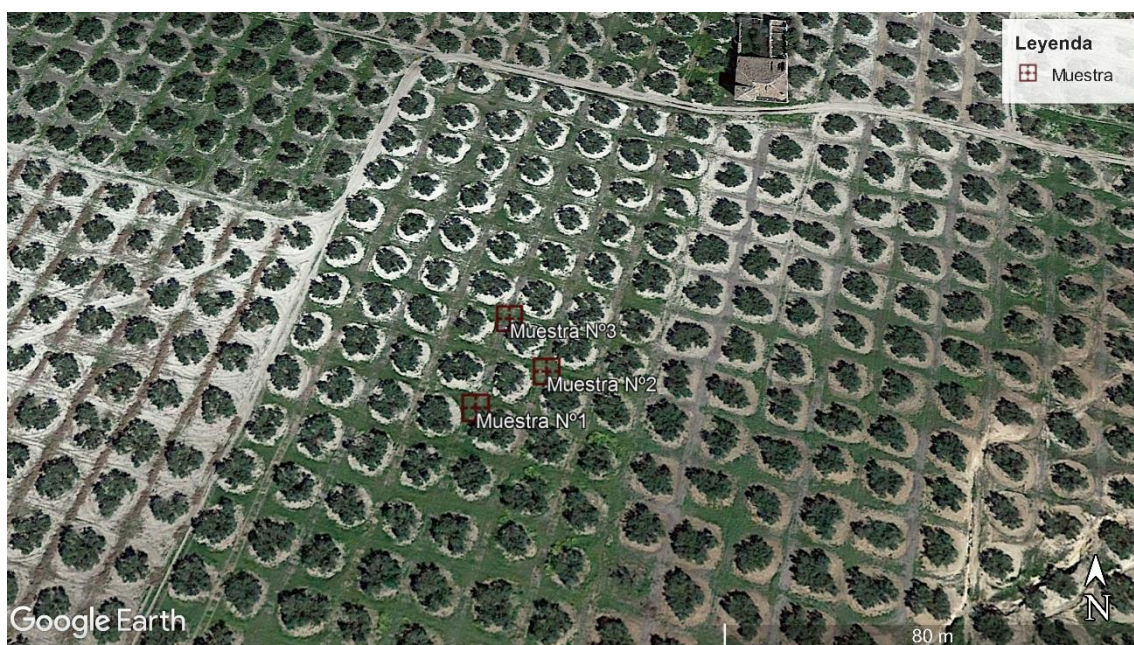


Figura 9. Localización del municipio de Martos en la provincia de Jaén. (Tomado Google Earth Pro, vista satélite, 2017).

5.2 Geología

Según la cartografía proporcionada por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME, Margeode - Zona z2600) el material geológico del área de estudio son margas blancas con areniscas del periodo Neógeno incluido dentro del Terciario, de la edad Serravallinense, perteneciente al Mioceno (Fig. 10).

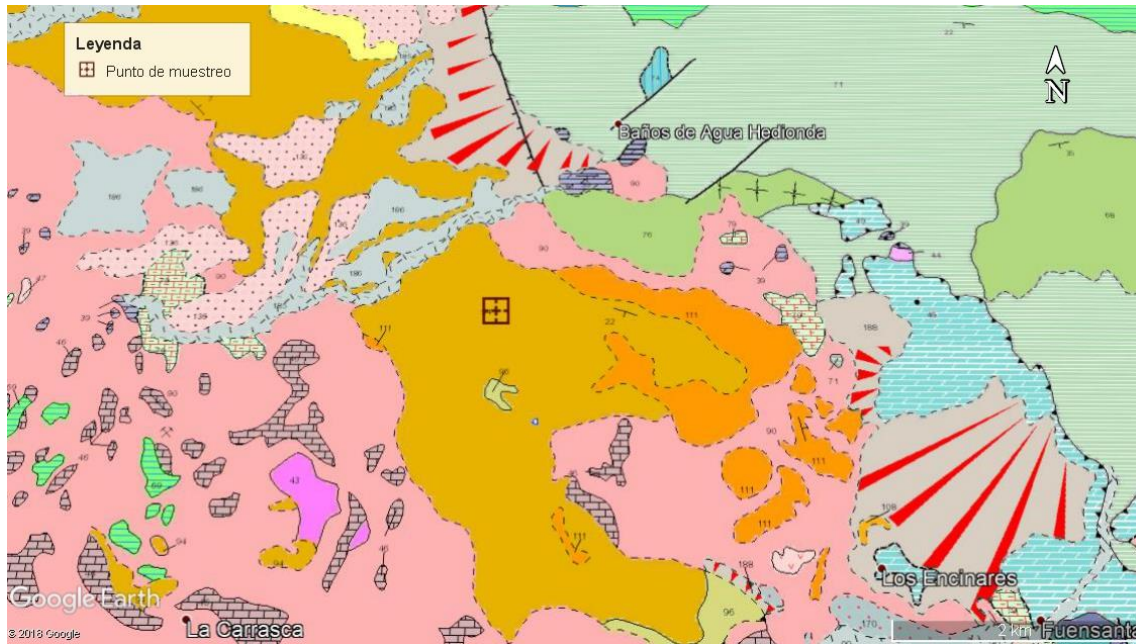


Figura 7. Cartografía Geológica IGME. (Tomado Google Earth Pro, 2018).

5.3 Edafología

De acuerdo con los datos recabados de la Red de Información Ambiental de Andalucía (REDIAM) (Fig. 11), en el área de estudio encontramos vertisoles crómicos y cambisoles cálcicos, en estos últimos el principal complejo de cambio saturado es el calcio, el cual se distribuye de manera homogénea a través del suelo, lo que genera que no presente acumulaciones de manera estratificada, y que generalmente suelen estar dedicados al cultivo de olivos. Asociados a estos últimos aparecen regosoles calcáreos que son abundantes al sur de la provincia. Además, de manera puntual pueden aparecer cambisoles vérticos, estos suelos tienen contenido muy alto de arcilla lo que los hace suelos muy duros y compactos (De la Rosa, *et al.*, 1984).



Leyendas:

- | | |
|--|--|
| | 2.- Fluvisoles calcáreos. |
| | 44.- Cambisoles cálcicos, Regosoles calcáreos y Litosoles con Rendsinas. |
| | 48.- Cambisoles vérticos, Regosoles calcáreos y Vertisoles crómicos con Cambisoles cálcicos. |
| | 49.- Cambisoles vérticos, Vertisoles crómicos y Cambisoles cálcicos con Regosoles calcáreos. |

Figura 8. Mapa de Suelos de Andalucía (REDIAM) (Tomado Google Earth Pro, vista satélite, 2018).

5.4 Clima

El área de estudio se localiza en el borde septentrional de las Zonas Externas de las Cordilleras Béticas y en parte de la Depresión del Guadalquivir (IGME, 1991; Hoja 946: “Martos” del MAGNA 50). Dicha localización le confiere un clima cálido y templado de tipo mediterráneo. Se han tomado como referencia los datos climatológicos (Tabla 4) de la estación meteorológica de Jaén, por su proximidad al municipio de Martos. Las precipitaciones más abundantes suceden en invierno y principio de primavera, siendo escasas en los meses de verano, con tormentas esporádicas. Las temperaturas medias anuales se sitúan entre los 16-17°C, llegando a las máximas temperaturas durante el periodo estival en los meses de julio y agosto, y las mínimas en enero y diciembre.

Tabla 4. Valores climatológicos normales, Jaén (AEMET, Periodo: 1983-2010).

Mes	T	TM	Tm	R	H	DR	DN	DT	DF	DH	DD	I
Enero	8.6	12.1	5.1	55	70	6.4	0.4	0.1	1.5	1.6	-	-
Febrero	10.3	14.0	6.6	50	65	6.2	0.3	0.1	0.7	0.6	-	-
Marzo	13.1	17.4	8.9	44	59	5.0	0.3	0.2	0.5	0.3	-	-
Abril	14.5	19.0	10.0	54	58	7.0	0.0	0.5	0.2	0.0	-	-
Mayo	18.2	23.2	13.3	43	55	5.6	0.0	0.9	0.2	0.0	-	-
Junio	23.7	29.4	18.1	18	-	2.0	0.0	0.9	0.3	-	-	-
Julio	27.6	33.7	21.4	2	40	0.3	0.0	0.3	0.0	0.0	-	-
Agosto	26.9	32.9	21.0	9	45	0.7	0.0	0.5	0.0	0.0	-	-
Septiembre	22.8	27.7	17.8	26	54	2.6	0.0	1.0	0.1	0.0	-	-
Octubre	17.9	21.9	13.8	55	64	5.9	0.0	0.5	0.4	0.0	-	-
Noviembre	12.3	15.7	8.9	62	70	6.9	0.0	0.1	0.9	0.1	-	-
Diciembre	9.5	12.8	6.3	75	72	7.6	0.1	0.3	1.6	0.6	-	-
Año	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Leyenda

- T Temperatura media mensual/anual (°C)
 TM Media mensual/anual de las temperaturas máximas diarias (°C)
 Tm Media mensual/anual de las temperaturas mínimas diarias (°C)
 R Precipitación mensual/anual media (mm)
 H Humedad relativa media (%)
 DR Número medio mensual/anual de días de precipitación superior o igual a 1 mm
 DN Número medio mensual/anual de días de nieve
 DT Número medio mensual/anual de días de tormenta
 DF Número medio mensual/anual de días de niebla
 DH Número medio mensual/anual de días de helada
 DD Número medio mensual/anual de días despejados
 I Número medio mensual/anual de horas de sol

6 MATERIAL Y MÉTODOS

6.1 Labor de campo.

Una vez situados en el área de muestreo se eligieron tres puntos para la recolección de muestras siguiendo un diseño en zigzag en el cruce de calles entre las hileras de olivos. Dichos puntos se georreferenciaron con un dispositivo GPS. Las coordenadas obtenidas se presentan en la Tabla 5. Esta labor se llevó a cabo el día 20 de febrero de 2018.

Tabla 5. Datos de georreferenciación de las muestras.

Punto muestreo	Latitud	Longitud	Altitud
1	37° 40' 23"	03° 57' 86"	623 m
2	37° 40' 24"	03° 57' 85"	625 m
3	37° 40' 24"	03° 57' 86"	632 m

La recolección de las muestras de suelo se llevó a cabo de acuerdo con el siguiente protocolo. Se comenzó abriendo un perfil del suelo (Fig. 9) en cada punto de muestreo con la ayuda de una azada de mano de las que se utilizan habitualmente en las labores agrícolas, hasta alcanzar una profundidad de unos 30-40 cm y una anchura de unos 50 cm para facilitar el trabajo.



Figura 9. Perfil de suelo de una extracción.

A continuación, se procedió a realizar la extracción de una columna de suelo de 20 cm de profundidad. Para este fin se utilizó un cilindro metálico hueco de 10 cm de diámetro, que está perforado con ranuras separadas por una distancia de 2 cm para facilitar la toma de muestras por estratos (Fig. 10). Por tanto, cada columna de suelo se dividió en diez muestras, desde la más superficial (0-2 cm) hasta la más profunda (18-20 cm). Cada muestra tenía un volumen de 157,1 cm³ y, una vez extraída, se guardó en una bolsa de plástico, debidamente etiquetada, para su traslado al laboratorio.



Figura 10. Cilindro utilizado para la extracción de suelo.

6.2 Trabajo de laboratorio

6.2.1 Extracción

La extracción de la nematofauna a partir de las muestras de suelo se ha llevado a cabo siguiendo el método de centrifugación en un gradiente de sacarosa (Jenkins, 1964; Hooper, 1986). Como paso previo a la extracción se realizó el pesaje de cada muestra en una balanza granatario Cobos CSB-600C. El protocolo de extracción incluye una serie de pasos que se detallan a continuación.

Lavado. La muestra de suelo se vierte sobre un tamiz de 1 mm de luz de malla que se ha colocado poco antes sobre un recipiente, de tipo barreño, con al

menos 5 l de capacidad. Se lava la muestra con un chorro de agua con cierta presión. El agua y las partículas más finas irán cayendo al recipiente. Cuando este está prácticamente está lleno, se retira el tamiz, se mueve el contenido, se espera aproximadamente 10 segundos, y el sobrenadante se decanta sobre un tamiz de 25 μm de luz de malla que retiene la nematofauna. Este proceso se repite hasta observar que el líquido sobrenadante aparece casi transparente.

Concentración de la nematofauna en un volumen moderado de agua. Con un pequeño caudal de agua se recoge el contenido del tamiz de 25 μm de luz de malla en un recipiente con un volumen inferior a 500 ml.

Primera centrifugación. El líquido recogido es agitado y será distribuido en los tubos de centrífuga de manera que queden igualados en peso y volumen. La primera centrifugación sea realiza a 3000 r.p.m. durante 4-5 minutos. El sobrenadante será eliminado, ya que la nematofauna al ser más densa que el agua precipita al fondo del tubo.

Segunda centrifugación. Para esta centrifugación es necesario una solución de sacarosa con la que se rellenará los tubos que contienen el sedimento con la nematofauna (la solución de sacarosa al ser más densa retiene a los nematodos en esta nueva centrifugación). Una vez añadida la solución, el contenido de los tubos es agitado para homogeneizar el contenido y se realiza una segunda centrifugación a 1000 r.p.m. durante 1 minuto.

Lavado final y obtención de la nematofauna. Tras la segunda centrifugación, el líquido sobrenadante de los tubos es vertido sobre un tamiz de 20 μm de luz de malla. Se elimina la sacarosa con agua, y seguidamente se recoge el contenido de este tamiz en un vaso de precipitado.

6.2.2 Muerte y fijación

La muerte de los nematodos se lleva a cabo mediante calor. La muestra obtenida se deja sedimentar unos 5 minutos, transcurridos los cuales se retira el sobrenadante hasta dejar un volumen de 20 ml. A continuación, se introduce el

vaso de precipitado, que contiene la muestra, en un recipiente con agua que previamente se ha calentado en una placa calefactora hasta alcanzar unos 60°, dejándolo aproximadamente 30 segundos. La nematofauna acaba muriendo, quedando en estado relajado. Es importante que queden muertos ya que después, al añadirle formol, si están vivos, se contraen.

Una vez muertos, se procede a la fijación de los nematodos. Para ello se añade al vaso de precipitado 20 ml de formol al 8%, quedando finalmente un volumen de 40 ml de formol al 4% de concentración. El contenido del vaso de precipitado lo pasamos a un tubo Falcon, donde puede quedar por tiempo indefinido.

6.2.3 Montaje en glicerina anhidra. Método de Siddiqi (1964)

En un pocillo de histología, y con una pipeta Pasteur añadimos 5-6 gotas con una pipeta Pasteur de Solución A (Lactofenol, siguiendo la fórmula de Amman: ácido láctico 20 cm³, fenol 20 cm³, glicerol 40 cm³, y agua destinada 20 cm³).

La muestra de nematodos obtenida que se encuentra en el tubo Falcon se vierte sobre una placa Petri. A continuación, con la ayuda de una aguja enmangada se capturan ('pescando') los nematodos para depositarlos en un pocillo. Una vez finalizada la captura de la muestra, el pocillo de histología permanecerá como mínimo 24 horas en una estufa de cultivo a 40°. Pasado este tiempo añadimos al pocillo otras 5-6 gotas de Solución B (composición: glicerol 75 cm³ y lactofenol 25 cm³), y nuevamente se deja en la estufa de cultivo en las mismas condiciones durante otras 24 horas. Al añadir las soluciones A y B se consigue transparentarlos, de manera que las estructuras internas se podrán observar sin necesidad de tinciones.

Para el montaje final en glicerina anhidra y 'entre porta y cubre' se procede del siguiente modo. Se traza un anillo con un diámetro aproximado de 1 cm de parafina sobre el portaobjetos. En el centro del anillo se vierte una gota de glicerina anhidra. Con la aguja enmangada se trasladan los nematodos desde el

pocillo de histología a la glicerina anhidra del portaobjetos. Se posicionan de modo que queden en el fondo y se coloca el cubreobjetos. Finalmente, se pone la preparación sobre una placa calefactora para sellar la muestra. Una vez se enfría la parafina preparación esta solidifica y sella completamente la preparación.

6.3 Estudio de gabinete

Ha consistido básicamente en la identificación hasta de nivel de especie de la dorilaimofauna con la ayuda de un microscopio óptico binocular Olympus CX31 con objetivos de 4x, 10x, 40x y 100x, y un microscopio Nikon Eclipse 80i (Fig. 11) y utilizando bibliografía especializada con claves dicotómicas (Jairajpuri & Ahmad, 1992; Jiménez-Guirado *et al.*, 2007; Andrásy, 2009).

Una vez identificadas las especies, se procedió al recuento de individuos de cada una de ellas y al análisis de su distribución en las distintas muestras. El tratamiento de los datos se ha llevado a cabo con el programa Microsoft Excel (2016) y STATGRAPHICS Centurion XVII, (2014).



Figura 11. Microscopio Nikon Eclipse 80i utilizado para la identificación.

7 RESULTADOS Y SU DISCUSIÓN

Del estudio de 29 muestras recolectadas en un olivar de producción integrada se han identificado un total de 1270 ejemplares pertenecientes a 17 especies, 14 géneros y siete familias del orden Dorylaimida.

Además, se han identificado 784 ejemplares pertenecientes a otros órdenes y que no han llegado a ser identificados puesto que no eran objetivo de este estudio.

7.1 Posición taxonómica de las especies encontradas

Orden Dorylaimida Pearse, 1942

Suborden Nygolaimina Ahmad y Jairajpuri, 1979

Familia Nygolaimidae Thorne, 1935

Género *Nygolaimus* Cobb, 1913

N. diversus Liébanas y Peña-Santiago, 1997

Suborden Dorylaimina Pearse 1942

Familia Aporcelaimidae Heyns, 1965

Género *Aporcelaimellus* Heyns, 1965

A. obtusicaudatus (Bastian, 1865) Altherr, 1968

A. hyalinus Álvarez-Ortega, Abolafia y Peña-Santiago, 2013

Género *Aporcelaimus* Thorne & Swanger, 1936

***Aporcelaimus* sp.**

Familia Qudsianematidae Jairajpuri, 1965

Género *Ecumenicus* Thorne, 1974

E. monohystera (de Man, 1880) Thorne, 1974

Género *Discolaimus* Cobb, 1913

D. agricolus Sauer y Annells, 1986

Género *Discolaimium* Thorne, 1939

D. dubium Das, Khan y Loof, 1969

Familia Nordiidae Jairajpuri y Siddiqi, 1964

Género *Longidorella* Thorne, 1939

L. penetrans (Thorne y Swanger, 1936) Goodey, 1963

Familia Belondiridae Thorne, 1939

Género *Belondira* Thorne, 1939

B. tarjani Ferris, Ferris y Goseco, 1983

Género *Dorylaimellus* Cobb, 1913

***Dorylaimellus* sp.**

D. egmonti Yeates y Ferris, 1984

D. neocapitatus Peralta y Peña-Santiago, 2000

Género *Metaxonchium* Coomans y Nair, 1975

M. giennense Peña-Santiago y Coomans, 1990

Familia Dorylaimidae de Man, 1876

Género *Crassolabium* Yeates, 1967

C. ettersbergense (de Man, 1885) Peña-Santiago y Ciobanu, 2008

Género *Mesodorylaimus* Andrásy, 1959

***Mesodorylaimus* sp.**

Familia Longidoridae Thorne, 1935

Género *Longidorus* Micoletzky, 1922

***Longidorus* sp.**

Género *Xiphinema* Cobb, 1913

X. pachtaicum (Tulaganov, 1938) Kirjanova, 1951

Dejando a un lado *Discolaimus agricolus*, *Belondira tarjani* y *Xiphinema pachtaicum*, el resto de especies identificadas representan nuevas citas para el cultivo de olivar.

7.2 Caracterización biogeográfica de las especies encontradas

Aunque la distribución geográfica de muchas especies de doriláimidos no se ha estudiado aún con detalle, una primera aproximación a la biogeografía de las especies encontradas en el olivar nos permite ver que la comunidad analizada está compuesta por especies de distinto origen. Varias especies pueden considerarse cosmopolitas porque se han citado repetida o casualmente en países y regiones de varios continentes y distantes entre sí: *Aporcelaimellus obtusicaudatus*, *Crassolabium ettersbergense*, *Discolaimus agricolus* (Australia, España), *Dorylaimellus egmonti* (España, Hungría, Nueva Zelanda), y

Ecumenicus monohystera. Otras son predominantemente holárticas, cuya distribución se circunscribe a territorios templados del hemisferio norte: *Discolaimium dubium* y *Longidorella penetrans*, ambas ampliamente distribuidas en Europa con alguna cita en la India. Entre las especies de ámbito básicamente mediterráneo encontramos *Belondira tarjani* y *Xiphinema pachtaicum*. Y, por último, un amplio grupo cuya distribución hasta el momento está restringida al ámbito ibérico y que pueden considerarse endemismos: *Aporcelaimellus hyalinus*, *Dorylaimellus neocapitatus*, *Dorylaimellus* sp., *Metaxonchium giennense* y *Nygolaimus diversus*.

7.3 Datos generales de distribución

En la Tabla 6 (véase también Fig. 12) se presentan los resultados obtenidos sobre la distribución de cada especie en el conjunto del muestreo realizado. Puede verse que la comunidad de doriláimidos está dominada por la especie *Aporcelaimellus obtusicaudatus* en lo que se refiere a abundancia, ya que representa más de la mitad (76,85%) del total. Ocho especies (*Dorylaimellus* sp., *Dorylaimellus egmonti*, *Discolaimium dubium*, *Xiphinema pachtaicum*, *Metaxonchium giennense*, *Aporcelaimus* sp. *Longidorella penetrans* y *Belondira tarjani*) están presentes con un porcentaje comprendido entre 1 y 8 % del total, en tanto que el resto son muy poco abundantes. Esta distribución tan asimétrica nos indica que la comunidad está poco madura, muy simplificada, si se compara con la existente en medios naturales no alterados, por ejemplo, en un encinar (Fig. 13, según Cruz López, 2017). Así, el olivar presenta menor número de especies y una dominancia más acusada entre las mismas.

Los datos de frecuencia muestran una distribución no tan asimétrica como los de abundancia. La razón es que hay varias especies que, aun contando con poca abundancia, están presentes en un elevado número de muestras. Un ejemplo muy claro de esto es *Aporcelaimus* sp., cuya abundancia es baja (19 individuos, 1.50% del total) pero está presente en algo más de la mitad de las muestras (15 de 29).

Tabla 6. Datos generales de distribución.

Especie	AA	AP	AV	AR	FA	FR
<i>Aporcelaimellus obtusicaudatus</i>	976	296,3	214,3	76,85%	26	89,7
<i>Dorylaimellus</i> sp.	88	26,7	19,3	6,93%	21	72,4
<i>Dorylaimellus egmonti</i>	42	12,7	9,2	3,31%	12	41,4
<i>Discolaimium dubium</i>	29	8,8	6,4	2,28%	13	44,8
<i>Xiphinema pachtaicum</i>	29	8,8	6,4	2,28%	9	31,0
<i>Metaxonchium giennese</i>	23	7,0	5,0	1,81%	8	27,6
<i>Aporcelaimus</i> sp.	19	5,8	4,2	1,50%	15	51,7
<i>Longidorella penetrans</i>	14	4,2	3,1	1,10%	8	27,6
<i>Belondira tarjani</i>	13	3,9	2,9	1,02%	5	17,2
<i>Discolaimus agricola</i>	7	2,1	1,5	0,55%	5	17,2
<i>Longidorus</i> sp.	7	2,1	1,5	0,55%	5	17,2
<i>Nygolaimus diverus</i>	7	2,1	1,5	0,55%	4	13,8
<i>Aporcelaimellus hyalinus</i>	6	1,8	1,3	0,47%	3	10,3
<i>Crassolabium ettersbergense</i>	4	1,2	0,9	0,31%	2	6,9
<i>Mesodorylaimus</i> sp.	3	0,9	0,7	0,24%	2	6,9
<i>Ecumenicus monohystera</i>	2	0,6	0,4	0,16%	1	3,4
<i>Dorylaimellus neocapitatus</i>	1	0,3	0,2	0,08%	1	3,4
Total	1270	385.5	278.8	-	-	-

AA - Abundancia absoluta: n.º total de individuos de cada especie.

AP - Abundancia absoluta por peso: n.º individuos / 1000 gr suelo.

AV - Abundancia absoluta por volumen: n.º individuos / 1000 cm³.

AR - Abundancia relativa: porcentaje respecto al total.

FA - Frecuencia absoluta: n.º de muestras en las que se ha hallado cada especie.

FR - Frecuencia relativa: porcentaje respecto del total.

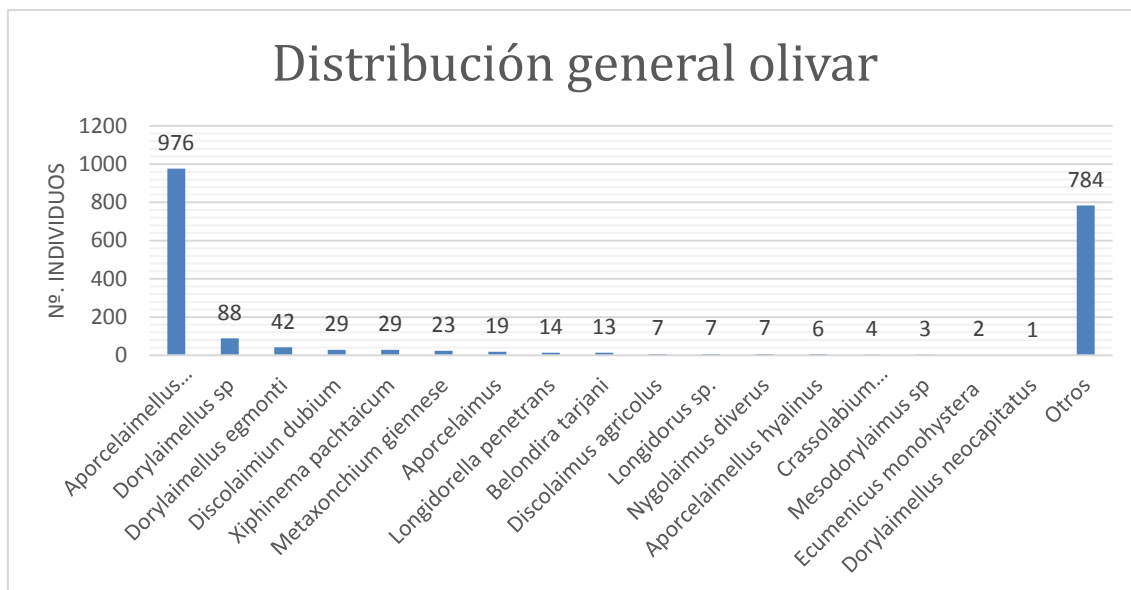


Figura 12. Abundancia de las especies encontradas en el olivar.

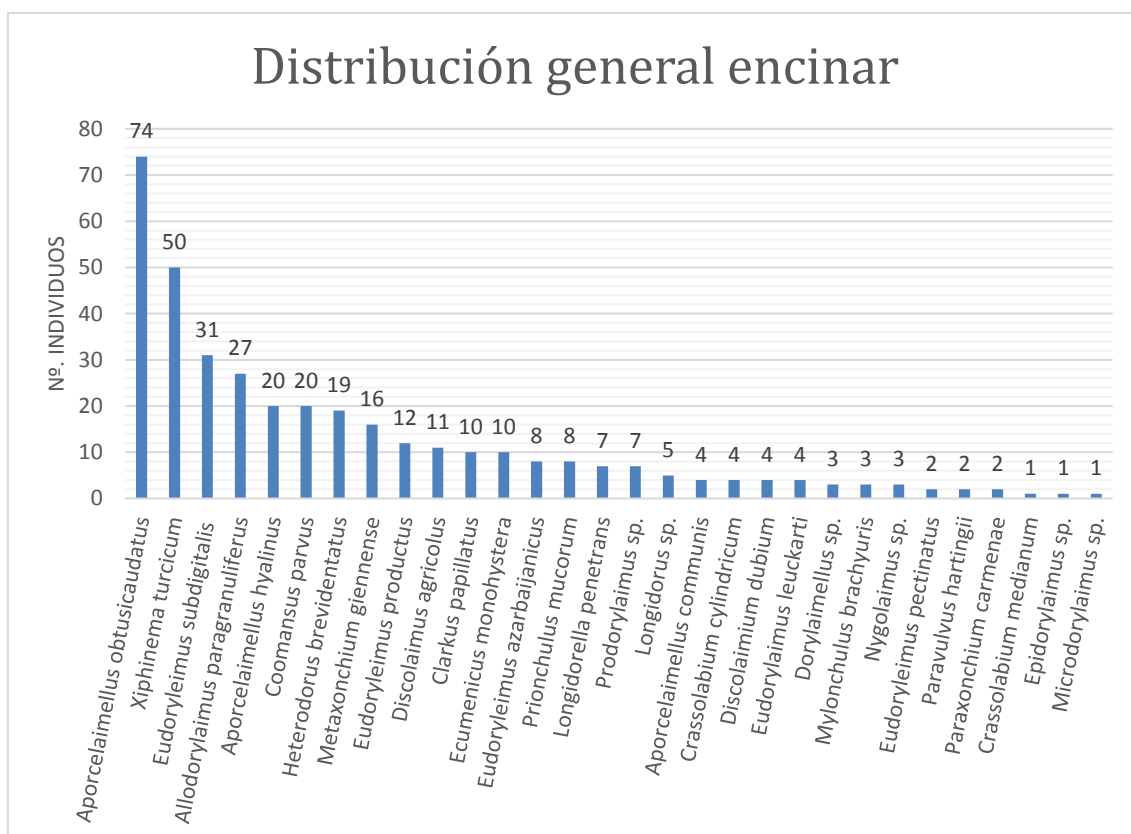


Figura 13. Abundancia de doriláimidos en un encinar (según Cruz López, 2017).

7.4 Datos de distribución de abundancia en la relación con la profundidad

7.4.1 Distribución de la dorilaimofauna en su conjunto

En la Tabla 7 (véase también Fig. 14) se presentan los resultados obtenidos sobre la distribución de la abundancia de doriláimidos en relación con la profundidad del suelo. Puede apreciarse una tendencia general de disminución de los valores al incrementar la profundidad, con cifras mucho más elevadas en los dos estratos superficiales (0-4 cm). Los datos obtenidos se ajustan relativamente bien a una gráfica exponencial. Puede decirse, por tanto, que se cumple la hipótesis formulada inicialmente sobre este aspecto de la distribución.

Tabla 7. Abundancia de las especies de doriláimidos en relación con la profundidad del suelo.

Profundidad (cm)	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20
Especie										
<i>Aporcelaimellus obtusicaudatus</i>	330	376	154	44	29	17	8	5	11	2
<i>Dorylaimellus</i> sp.	0	3	10	24	6	17	9	7	7	5
<i>Dorylaimellus egmonti</i>	0	0	6	5	8	9	6	3	5	0
<i>Discolaimium discolaimoides</i>	0	0	3	1	1	3	2	5	12	2
<i>Xiphinema pachtaicum</i>	0	0	0	0	1	10	5	7	4	2
<i>Metaxonchium giennese</i>	0	1	0	6	3	4	1	1	5	2
<i>Aporcelaimus</i> sp.	4	1	1	2	3	1	3	1	1	2
<i>Longidorella penetrans</i>	0	0	1	0	3	2	1	2	3	2
<i>Belondira tarjani</i>	0	0	0	0	2	4	5	0	1	1
<i>Discolaimus agriculus</i>	0	0	1	3	3	0	0	0	0	0
<i>Longidorus</i> sp.	0	0	1	1	2	1	0	0	2	0
<i>Nygolaimus diverus</i>	5	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Aporcelaimellus hyalinus</i>	0	0	1	0	0	0	3	2	0	0
<i>Crassolabium ettersbergense</i>	0	0	3	0	0	1	0	0	0	0
<i>Mesodorylaimus</i> sp.	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ecumenicus monohystera</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dorylaimellus neocapitatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Total	344	382	181	86	61	69	43	33	51	20

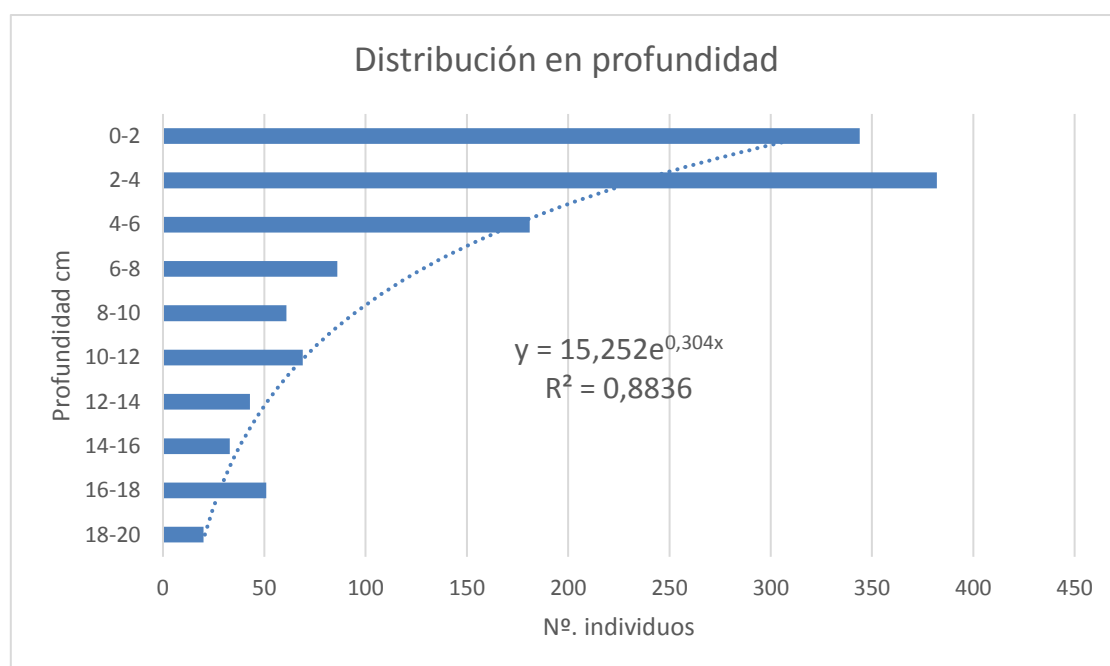


Figura 14. Representación gráfica de la distribución vertical de la abundancia de doryláimidos.

7.4.2 Distribución de las especies consideradas individualmente

En la Tabla 7 aparecen igualmente los resultados obtenidos sobre la distribución de cada especie en los diez niveles de profundidad. Además, en las Figuras 15-19 se representa gráficamente la distribución de las especies más abundantes, en concreto las que suponen al menos un 1% del total. Se observa varios tipos de tendencias. Así, *Aporcellaimellus obtusicaudatus* es responsable del modelo general observado ya que presenta una disminución de abundancia a medida que se incrementa la profundidad, con un buen ajuste de tipo exponencial. Por otro lado, *Dorylaimellus egmonti* presenta valores de abundancia más elevados en niveles intermedios de profundidad, disminuyendo apreciablemente en niveles superficiales y profundos, de tal modo que sigue una tendencia gaussiana, si bien el ajuste ya no es tan bueno. Además, la abundancia de dos especies (*Discolaimium dubium* y *Longidorella penetrans*) parece tener una relación directa con la profundidad, es decir, la abundancia aumenta a medida que se incrementa la profundidad, si bien los ajustes no son muy buenos. Finalmente, en el resto de las especies no es posible detectar un patrón definido. En todo caso, conviene tener en cuenta que estos resultados

están basados en el análisis de un número reducido de datos, de modo que las tendencias observadas pueden considerarse como nuevas hipótesis de trabajo para el futuro. Por otra parte, cabe mencionar que el rango de profundidad estudiado (0-20 cm) puede ser relativamente pequeño para llegar a establecer patrones muy generales.

Estos resultados coinciden en líneas generales con los modelos propuestos hasta ahora en la literatura (Flegg, 1968; Castillo *et al.*, 1985; Nagy *et al.*, 1998, véase apartado de antecedentes.). Sin embargo, cuando se comparan los resultados obtenidos con los disponibles para las mismas especies o géneros (Clausi y Vinciguerra, 1999) se encuentran diferencias apreciables, debidas probablemente a que se trata de hábitats naturales.

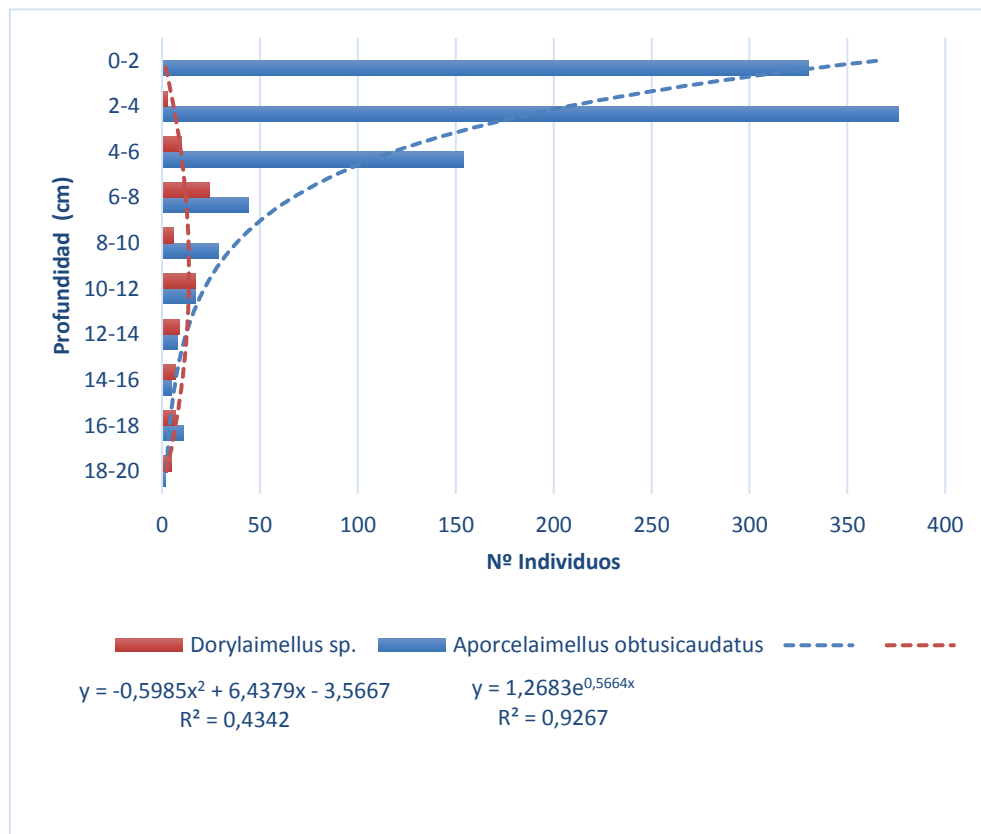


Figura 15. Distribución vertical de *Dorylaimellus* sp. y *A. obtusicaudatus*.

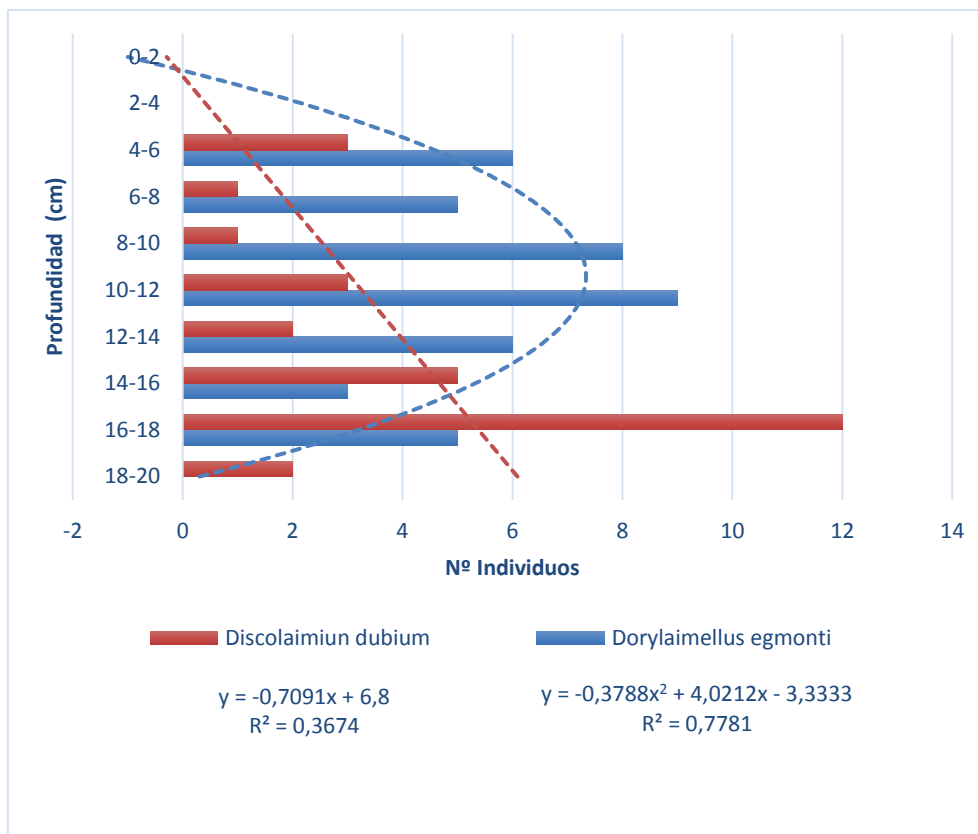


Figura 16. Distribución vertical *D. dubium* y *D. egmonti*.

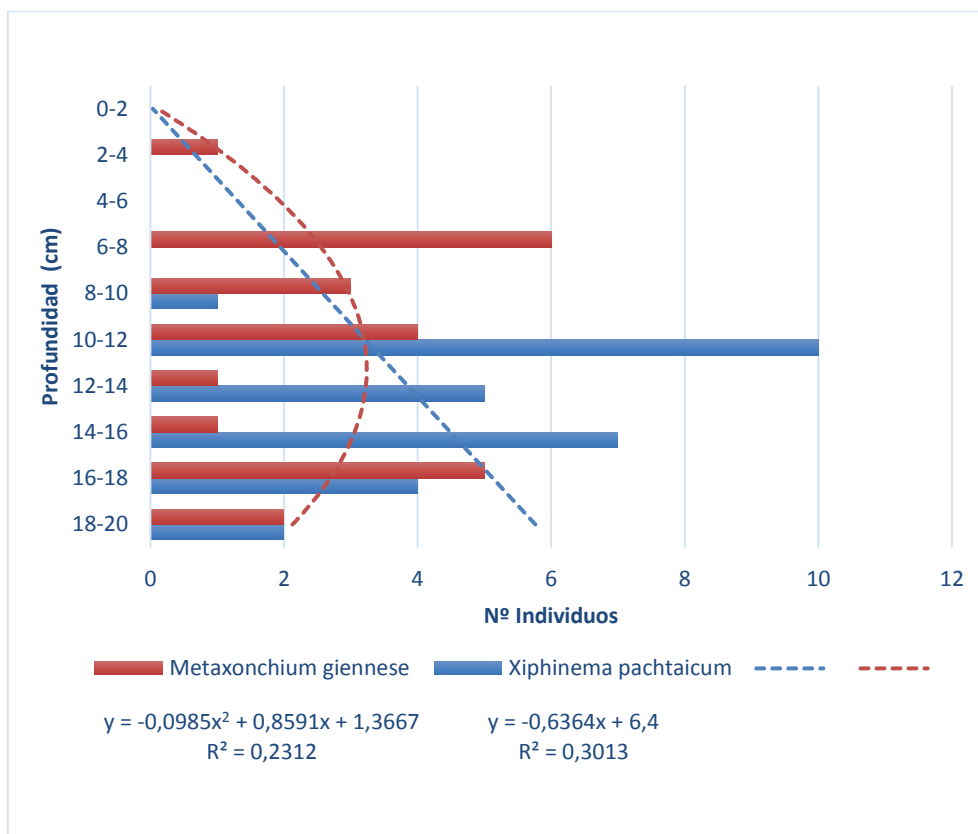


Figura 17. Distribución vertical de *M. giennense* y *X. pachtaicum*.

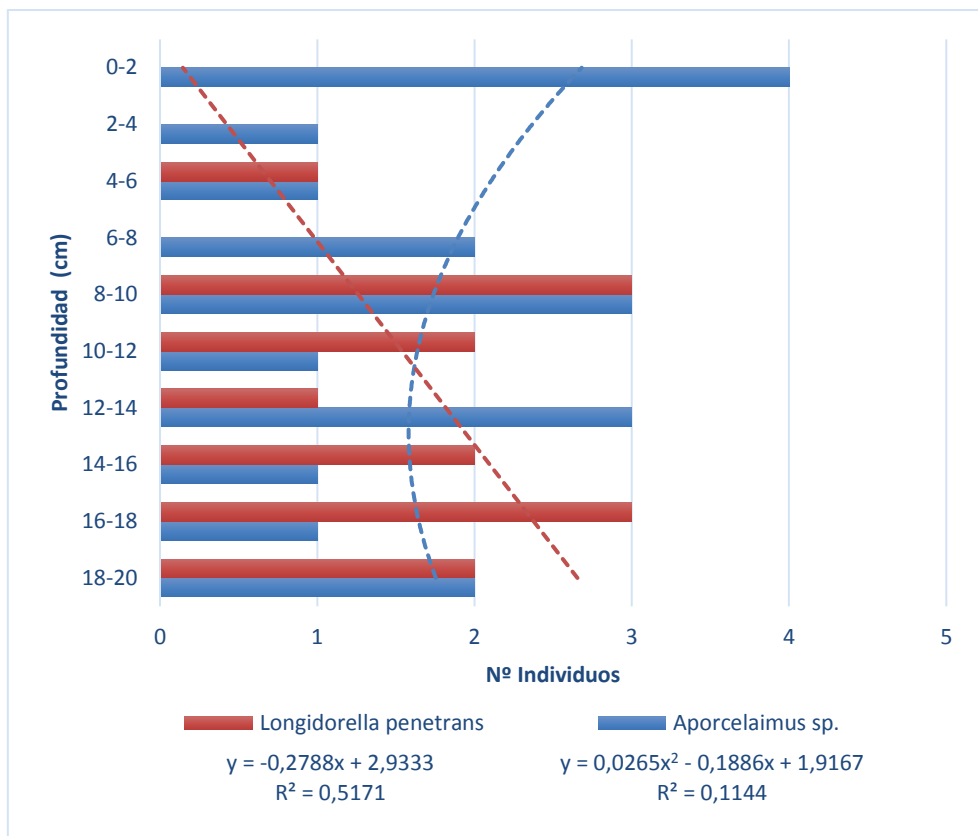


Figura 18. Distribución vertical de *L. penetrans* y *Aporcelaimus* sp.

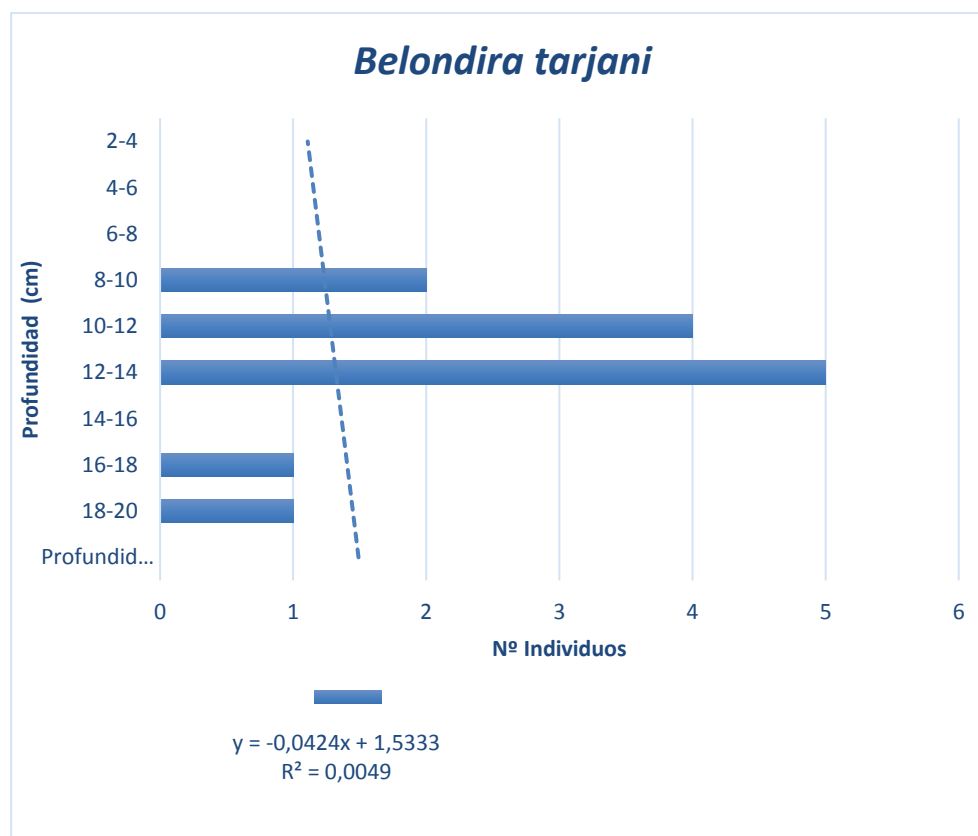


Figura 19. Distribución vertical de *B. tarjani*.

7.5. Distribución de la riqueza de especies

En la Tabla 8 se presenta la distribución de cada especie en cada uno de los estratos de profundidad, junto con el número total y la media de especies por estrato. Puede observarse que, a diferencia de lo que ocurre con la abundancia, el número de especies aumenta con la profundidad, pero este incremento ocurre sólo a partir del estrato 3 (4-6 cm) y se mantiene casi constante hasta el estrato 10 (18-20 cm). La explicación de este patrón puede ser la enorme abundancia que presenta *Aporcelaimellus obtusicaudatus* en los dos estratos superficiales, que desplazaría al resto de especies. Según esto, no puede apreciarse un patrón vertical definido en la distribución del número de especies. Y, por tanto, en este punto no se cumpliría la hipótesis de partida.

Tabla 8. Presencia y ausencia de las especies en cada uno de los niveles de profundidad.

Profundidad cm	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20
Especie										
<i>Aporcelaimellus obtusicaudatus</i>	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+
<i>Aporcelaimellus hyalinus</i>	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-
<i>Aporcelaimus</i> sp.	+++	+	+	+++	+++	+	+++	+	+	+++
<i>Belondira tarjani</i>	-	-	-	-	+	+	+	-	+	+
<i>Crassolabium ettersbergense</i>	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-
<i>Discolaimium dubium</i>	-	-	+	+	+	+	+++	+++	+++	+++
<i>Discolaimus agricolus</i>	-	-	+	+++	+++	-	-	-	-	-
<i>Dorylaimellus egmonti</i>	-	-	+	+	+++	+++	+++	+++	+++	-
<i>Dorylaimellus</i> sp.	-	+	+	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
<i>Dorylaimellus neocapitatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Ecumenicus monohystera</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Longidorella penetrans</i>	-	-	+	-	+++	+	+	+	+	+
<i>Longidorus</i> sp.	-	-	+	+	+	+	-	-	+	-
<i>Mesodorylaimus</i>	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Metaxonchium giennese</i>	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+
<i>Nygolaimus diverus</i>	+++	+	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Xiphinema pachtaicum</i>	-	-	-	-	+	+++	+++	+	+	+++
N.º total especies	5	5	10	8	11	11	10	9	10	10
N.º medio de especies	2,3	1,3	2,7	3,3	5,3	4,7	5,0	4,0	4,7	7,0

Presencia en las muestras: “+” (1 de 3); “++” (2 de 3); “+++” (3 de 3)
Ausencia: “-”.

7.5 Distribución de la diversidad ecológica

Por medio de diferentes índices que tienen en cuenta la abundancia relativa de cada especie respecto del total se puede determinar la estructura de la comunidad en lo que se refiere a diversidad, dominancia, etc.

7.5.1 Índice de Simpson (D_s)

Se calcula con la siguiente fórmula (Smith & M. Smith, 2001):

$$D_s = \sum p_i^2 \text{ (dominancia); } 1 - D = \text{diversidad}$$

donde p_i es la abundancia relativa de cada especie (véase Tabla 6).

Para la comunidad de doriláimidos en su conjunto el valor D_s es el siguiente:

$$D_s = 0,590598 + 0,004801 + 0,001094 + 0,000521 + 0,000521 + 0,000328 + 0,000224 + 0,000122 + 0,000105 + 0,000030 + 0,000030 + 0,000030 + 0,000022 + 0,000010 + 0,000006 + 0,000002 + 0,000001 = \mathbf{0,60}$$

Este valor $D_s = 0,60$ indica para el conjunto una marcada dominancia dentro de la comunidad. Al mismo tiempo, $1 - 0,60 = 0,40$ indica una diversidad relativamente baja.

En la Tabla 9 se presentan los valores p_i^2 para el cálculo del índice de Simpson para cada estrato de profundidad, así como los valores de dicho índice. Puede apreciarse que los valores del índice son extremadamente elevados en los 4 cm superficiales, próximos a 1,0, con una diversidad muy baja. Por el contrario, a partir del nivel 3 los valores del índice comienzan a disminuir lo que indica una dominancia progresivamente decreciente y una diversidad creciente.

Tabla 9. Valores de p_i^2 de cada especie en cada estrato de profundidad.

Profundidad cm	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20
Especies	P_i^2	P_i^2	P_i^2	P_i^2	P_i^2	P_i^2	P_i^2	P_i^2	P_i^2	P_i^2
<i>Aporcelaimellus obtusicaudatus</i>	0,92	0,97	0,72	0,26	0,23	0,06	0,03	0,02	0,05	0,01
<i>Dorylaimellus</i> sp.	0,00	0,00	0,00	0,08	0,01	0,06	0,04	0,04	0,02	0,06
<i>Dorylaimellus esgmonti</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,00
<i>Discolaimiun agricolus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,06	0,01
<i>Xiphinema pachtaicum</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,04	0,01	0,01
<i>Metaxonchium giennese</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
<i>Aporcelaimus</i> sp.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
<i>Longidorella penetrans</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
<i>Belondira tarjani</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
<i>Discolaimus agricolus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Longidorus</i> sp.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Nygolaimus diverus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Aporcelaimellus hyalinus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Crassolabium ettersbergense</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Mesodorylaimus</i> sp.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Ecumenicus monohystera</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Dorylaimellus neocapitatus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
D	0,92	0,97	0,73	0,35	0,27	0,17	0,14	0,15	0,15	0,13
1-D	0,08	0,03	0,27	0,65	0,73	0,83	0,86	0,85	0,85	0,87

7.6 Similitud entre los diferentes niveles de profundidad

Con la finalidad de comparar la composición faunística de los diferentes niveles de profundidad se ha utilizado un índice de similitud, concretamente el coeficiente de comunidad (CC) de Sorensen, de acuerdo con la siguiente expresión (Smith y Smith, 2001):

7.6.1 Índice de Sorensen

$$CC = 2c / (S1+S2)$$

donde:

c = número de especies comunes en los niveles A y B

S1 = número de especies del nivel A

S2 = número de especies del nivel B

En la Tabla 10 (véase también la Fig. 20) se presentan los datos obtenidos. De nuevo se puede observar que existe una gran diferencia entre los dos primeros niveles y los restantes. Éstos últimos constituyen un grupo bastante homogéneo.

Tabla 10. Valores del coeficiente de comunidad para cada par de niveles.

Prof. cm	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20
0-2	-	0,60	0,27	0,31	0,25	0,25	0,27	0,29	0,27	0,40
2-4		-	0,40	0,62	0,50	0,50	0,53	0,57	0,53	0,67
4-6			-	0,78	0,67	0,67	0,70	0,74	0,70	0,50
6-8				-	0,84	0,74	0,67	0,71	0,78	0,56
8-10					-	0,91	0,86	0,80	1,00	0,76
10-12						-	0,86	0,80	0,95	0,76
12-14							-	0,95	0,90	0,80
14-16								-	0,84	0,74
16-18									-	0,80
18-20										-

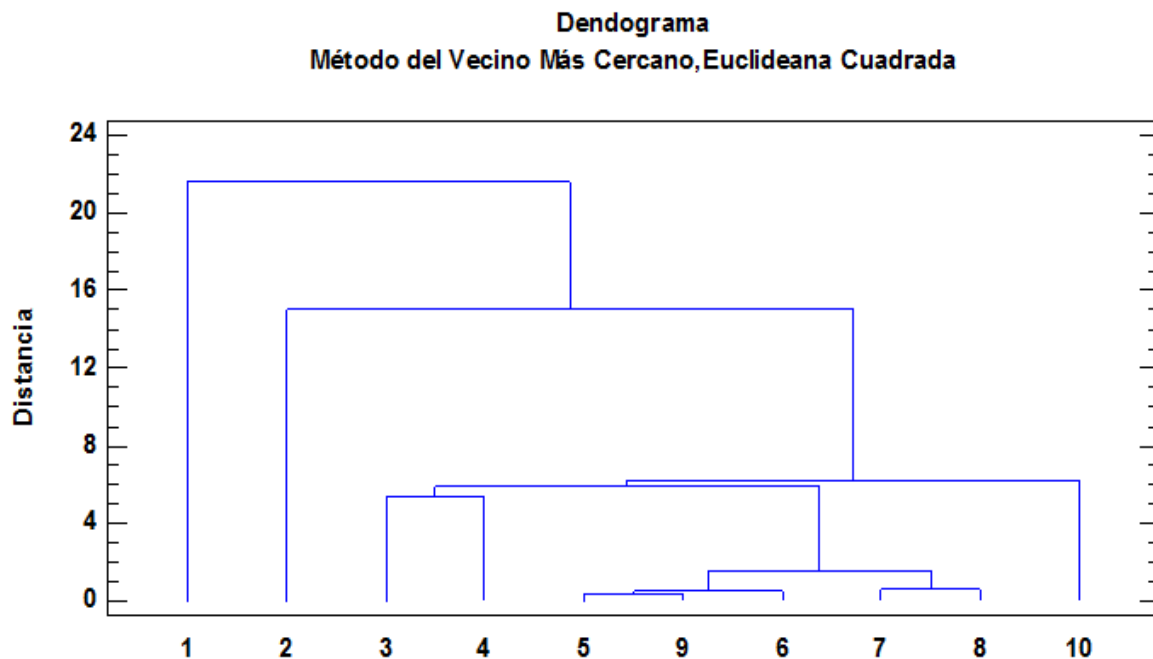


Figura 20. Similitud entre los distintos niveles de profundidad.

8 CONCLUSIONES

Del estudio de 1270 nematodos doriláimidos encontrados en 29 muestras de suelo recogidas en el agroecosistema de olivar con producción integrada en Martos, provincia de Jaén, se extraen las siguientes conclusiones:

Primera. - La comunidad está formada por 17 especies, 14 géneros y siete familias, que en su mayor parte representan nuevas citas para el olivar.

Segunda. - Las especies encontradas tienen una distribución biogeográfica diversa puesto que se identifican formas cosmopolitas, holárticas, mediterráneas e ibéricas.

Tercera. - Los datos de abundancia muestran una extrema dominancia de *Aporcelaimellus obtusicaudatus* en los niveles superficiales, que condiciona en gran medida la distribución del resto de especies.

Cuarta. - La distribución vertical de la dorilaimofauna sigue un patrón de abundancia decreciente a media que se incrementa la profundidad, seguramente condicionada por la distribución de *Aporcelaimellus obtusicaudatus*.

Quinta. - La distribución del número de especies (riqueza específica) no muestra un patrón definido a partir de los 4 cm de profundidad.

Y sexta. - La distribución vertical de las especies consideradas individualmente muestra distintas tendencias.

9 BIBLIOGRAFÍA

Agencia Estatal de Meteorología. 2011. *Atlas climático ibérico. Temperatura del aire y precipitación (1971-2000)*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

- Alkemade, J.R. & Loof, P.A.A. 1990. The genus *Xiphinema* Cobb, 1913 (Nematoda: Longidoridae) in Peru. *Revue de Nématologie*, 13: 339-348.
- Andrássy, I. 2009. *Free-living nematodes of Hungary. III.* Pedozoologica Hungarica nº 5. Hungarian Natural History Museum. Budapest, Hungary. 608 pp.
- Andrés, M.F. y Arias, M. 1982. Distribución vertical de los nematodos del género *Longidorus* en la región central. *Boletín del Servicio de Plagas*, 8: 143-148.
- Andrés, M.F. & Arias, M. 1988a. A new species of *Longidorus* (Nematoda: Longidoridae) associated with forest soils and notes on *L. congoensis* Aboul-Eid, 1970 and *L. intermedius* Kozłowska & Seinhorst, 1979, new records for Spain. *Nematologica*, 33 (1987): 386-392.
- Archidona-Yuste, A.; Navas-Cortés, J.A.; Cantalapiedra-Navarrete, C.; Palomares-Rius, J.E. & Castillo, P. 2016a. *Unravelling the biodiversity and molecular phylogeny of needle nematodes of the genus Longidorus (Nematoda: Longidoridae) in olive and a description of six new species.* PLoS ONE, 11: e0147689. Doi :10.1371/ journal. pone. 0147689.
- Archidona-Yuste, A.; Navas-Cortés, J.A.; Cantalapiedra-Navarrete, C.; Palomares-Rius, J.E. & Castillo, P. 2016b. Remarkable diversity and prevalence of dagger nematode of the genus *Xiphinema* Cobb, 1913 (Nematoda: Longidoridae) in olives revealed by integrative approaches. *PLoS ONE*, 11: e0165412. Doi :10.1371/ journal. pone.0165412.
- Arias, M.; Escuer, M.; Arcos, S.C. & Bello, A. 2005. Distribution of *Xiphinema pirenaicum* Dalmasso, 1969 with notes on *X. aceri* Chizov, Tiev & Turkina, 1986 (Nematoda: Longidoridae). *Nematology*, 7: 45-51.
- Barsi, L. 1989. The Longidoridae (Nematoda: Dorylaimida) in Yugoslavia. I. *Nematologia mediterranea*, 17: 97-108.
- Bongers, T. 1999. The Maturity Index, the evolution of nematode life history traits, adaptive radiation and cp-scaling. *Plant and Soil* 212: 13–22.
- Bongers, T. & Bongers M. 1998. Functional diversity of nematodes. *Applied Soil Ecology*, 10: 239-25.
- Bravo, M.A.; Roca, F. & Mota, M.M. 2001. Observations on *Xiphinema coxi europaeum* Sturhan from Portugal and description of the male of *X. lusitanicum* Sturhan (Nematoda: Longidoridae) with multivariate analysis of juvenile. *International Journal of Nematology*, 11: 15-26.

- Brown, D.J.F.; Taylor, C.E.; Choleva, B. & Romanenko, N.D. 1990. The occurrence of Longidoridae (Nematoda: Dorylaimida) in western USSR with further comments on longidorid nematodes in Europe and the Mediterranean basin. *Nematologia mediterranea*, 18: 199-207.
- Castillo, P.; Peña-Santiago, R. & Jiménez-Millán, F. 1985. Modelos de distribución vertical de las especies de nematodos en un biotopo natural. I. *Boletín del Servicio de Defensa contra Plagas e Inspección Fitopatológica*, 11: 165-172.
- Clausen, M. & Vinciguerra, M.T. 1999. Changes in nematode communities of forest soil in relation to clear-cutting. *Nematologia mediterranea*, 27: 315-322.
- Cohn, E. 1969. The occurrence and distribution of species of *Xiphinema* and *Longidorus* in Israel. *Nematologica*, 15: 179-192.
- Colombo, S. y Camacho-Castillo, J. 2014. Caracterización del olivar de montaña andaluz para la concentración de la oferta de olivares ecológicos. *ITEA*, 110: 282-299
- Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio: *Red de Información Ambiental de Andalucía*. Disponible en: <http://www.juntadeandalucia.es>
- Cruz López, E. 2017. *Caracterización de la fauna de nematodos doryláimidos y monónquidos (Nematoda: Dorylaimida y Mononchida) del encinar de Mata-Bejíd, provincia de Jaén*. Trabajo Fin de Grado, Facultad de Ciencias Experimentales, Universidad de Jaén. 44 págs.
- De la Rosa, D.; Baños Moreno, C.; Mudarra Gómez, J.L.; Barahona, E.; Moreira Madueño, J. M.; Gago, R.; Puertas, J. M. y Ramos, A., 1984. *Catálogo de suelos de Andalucía*. Serie Monografías del Medio Ambiente 3: 271.
- De Luca, F.; Reyes, A.; Grunder, J.; Kunz, P.; Agostinelli, A.; De Giorgi, C. & Lamberti, F. 2004. Characterization and sequence variation in the rDNA region of six nematode species of the genus *Longidorus* (Nematoda). *Journal of Nematology*, 36: 147-152.
- Decreto 103/2015, de 10 de marzo, por el que se aprueba el *Plan Director del Olivar*. (BOJA N.º 54, de 19 de marzo, 2015).
- Decreto 245/2003, de 2 de septiembre, *por el que se regula la producción integrada y su indicación en productos agrarios y sus transformados*. (BOJA N.º 174 de 10 de septiembre, 2003)

- Diab, K.A. & El-Eraki, S. 1968. Plant parasitic nematodes associated with olive decline in the United Arab Republic. *Plant Disease Reporter*, 52: 150-154.
- Edongali, E.A. 1989. Plant parasitic nematodes associated with olive trees in Libya. *International Nematology Network Newsletter*, 6: 36-37.
- Feil, H.; Westerdahl, B.B.; Smith, R.J. & Verdegaal, P. 1997. Effects of seasonal and site factors on *Xiphinema index* populations in two California vineyards. *Journal of Nematology*, 29: 491-500.
- Flegg, J.M.M. 1968. The occurrence and depth distribution of *Xiphinema* and *Longidorus* species in southeastern England. *Nematologica*, 14: 189-196.
- Garrido, J.M.; Cabezas Soriano, C.; Jiménez-Moreno, M.J.; Vega, V. y Saavedra Saavedra, M.M. 2008. 10. Revisión de los sistemas de producción de olivar en Andalucía. In: *Sostenibilidad de la producción de olivar en Andalucía*: 285-314. Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía.
- Gutiérrez-Gutiérrez, C.; Cantalapiedra-Navarrete, C.; Montes-Borrego, M.; Palomares-Rius, J.E. & Castillo, P. 2013. Molecular phylogeny of the nematode genus *Longidorus* (Nematoda: Longidoridae) with description of three new species. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 167: 473-500.
- Hashim, Z. 1979. A preliminary report on the plant-parasitic nematodes in Jordan. *Nematologia mediterranea*, 7: 177-186.
- Hashim, Z. 1982. Distribution, pathogenicity and control of nematodes associated with olive. *Revue de Nématologie*, 5: 169-181.
- Hashim, Z. 1983. Plant-parasitic nematodes associated with olive in Jordan. *Nematologia mediterranea*, 11: 27-32.
- He, Y.; Subbotin, S.A.; Rubtsova, T.V.; Lamberti, F.; Brown, D.J.F. & Moens, M. 2005. A molecular phylogenetic approach to Longidoridae (Nematoda: Dorylaimida). *Nematology*, 7: 111-124.
- Hickman, C.P.; Roberts, L.S.; Keen, S.L.; Larson, A.; l'Ason, A. y Eisenhour, D.J. 2009. *Principios integrales de Zoología*. McGraw-Hill. Madrid.
- Hooper, D.J. 1986. Extraction of free-living stages from soil. In: J.F. Southey (ed.), *Laboratory methods for work with plant and soil nematodes*: pp: 557. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, London, UK.
- Hugot, J.P.; Baujard, P. & Morand, S. 2001. Biodiversity in helminths and nematodes as a field of study: an overview. *Nematology*, 3: 199-208.

- Instituto geológico y minero de España (IGME), 1994. *Cartografía MAGNA 50* Hoja 946- Martos: 18-26.
- Jairajpuri, M.S. & Ahmad, W. 1992. *Dorylaimida. Free-living, Predaceous and Plantparasitic Nematodes*. Oxford & IBH Publishing Co. Pvt. Ltd. New Delhi, India. 458 pp.
- Jenkins, W.R. 1964. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. *Plant Disease Reporter*, 48: 692.
- Jiménez-Guirado, D.; Peralta, M. Y Peña-Santiago, R. 2007. *Nematoda, Mononchida, Dorylaimida I. En: Fauna Ibérica, vol. 30*. RAMOS, M.A. et al. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales. CSIC. Madrid. 325 pp.
- Krnjaic, D.J.; Lamberti, F.; Krnjaic, S.; Agostinelli, A. & Radicci, V. 2000. Three new longidorids (Nematoda: Dorylaimida) from Montenegro. *Nematologia mediterranea*, 28: 235-248.
- Lamberti, F. 1984. Nematode problems of the Mediterranean coastal stripe in the Syrian Arab Republic. *Nematologia mediterranea*, 12: 53-64.
- Lamberti, F. & Bleve-Zacheo, T. 1979. Studies on *Xiphinema americanum* sensu lato with descriptions of fifteen new species (Nematoda, Longidoridae). *Nematologia mediterranea*, 7: 51-106.
- Lamberti, F.; Bleve-Zacheo, T. & Arias, M. 1982. The Longidoridae of the Maltese Islands with the description of *Longidorus magnus* sp. n. and *Xiphinema melitense* sp. n. *Nematologia mediterranea*, 10: 183-200.
- Lamberti, F.; Bleve-Zacheo, T. & Martelli, G.P. 1975. Un caso di intersesso in *Xiphinema ingens* Luc et Dalmasso (Nematoda, Longidoridae). *Nematologia mediterranea*, 3: 181-183.
- Lamberti, F.; Bleve-Zacheo, T.; Sáric, A. & Inserra, R. 1973. Contributo alla conoscenza della nematofauna delle Isole Dalmate. I. I Longidoridae di Vis, Bisevo, Budikovac e Korcula. *Nematologia mediterranea*, 1: 115-123.
- Lamberti, F.; Coiro, M.I. & Saric, A. 1976. Contributo alla conoscenza della nematofauna delle Isole Dalmate. II. I Longidoridae de Hvar. *Nematologia mediterranea*, 4: 249-251.
- Lamberti, F.; Bravo, M.A.; Agostinelli, A. & Lemos, R.M. 1994. The *Xiphinema americanum*-group in Portugal with descriptions of four new species. *Nematologia mediterranea*, 22: 189-218.

- Lamberti, F.; Roca, F. & Agostinelli, A. 1985. I Longidoridae (Nematoda, Dorylaimida) delle regioni italiane. I. La Puglia. *Nematologia mediterranea*, 13: 21-60.
- Lamberti, F.; Roca, F. & Agostinelli, A. 1990. *Xiphinema macroacanthum* (Nematoda, Dorylaimida) a new species from southern Italy closely resembling *X. ingens* Luc et Dalmasso. *Nematologia mediterranea*, 17(1989): 115-119.
- Lamberti, F.; Roca, F.; Agostinelli, A. & Bleve-Zacheo, T. 1986. *Xiphinema barensense* sp. n. (Nematoda: Dorylaimida) from Italy. *Nematologia mediterranea*, 14: 101-106.
- Lamberti, F.; Agostinelli, A. & Radicci, V. 1996. Longidorid nematodes from northern Egypt. *Nematologia mediterranea*, 24: 307-339.
- Lamberti, F.; Ilovev, T.; Choleva, B.; Brown, D.J.F.; Agostinelli, A. & Radicci, V. 1997. Morphometric variation and juvenile stages of some longidorid nematodes from Bulgaria with comments on the number of juvenile stages of *Longidorus africanus*, *L. closelongatus* and *Xiphinema santos*. *Nematologia mediterranea*, 25: 213-237.
- Lamberti, F. & Martelli, G.P. 1971. Notes on *Xiphinema mediterraneum* (Nematoda: Longidoridae). *Nematologica*, 17: 75-81.
- Lee, D.L., (Eds.) 2002, *The Biology of Nematodes*. Taylor & Francis Group. London, UK. 635 pp.
- Luc, M. & Cohn, E. 1982. The male of *Xiphinema index* Thorne & Allen, 1950 (Nematoda: Longidoridae). *Revue de Nématologie*, 5: 211-215.
- Macara, A.M. 1988. Nematodos asociados a plantas forestales en Portugal. *Boletín de Sanidad Vegetal y Plagas*, 14: 185-225.
- Macara, A.M. 1994. Nematofauna asociada a plantas florestais em Portugal. *Revista de Ciências Agrárias*, 17: 77-126.
- Martelli, G.P.; Cohn, E. & Dalmasso, A. 1966. A redescription of *Xiphinema italiae* Meyl, 1953 and its relationship to *Xiphinema arenarium* Luc et Dalmasson, 1963 and *Xiphinema conurum* Siddiqi, 1964. *Nematologica*, 12: 183-194.
- Nagy, P.; Bakonyi, G. & Jenser, G. 1998. Observations on the vertical distribution of *Xiphinema vuittenezi* (Longidoridae, Nematoda) in an apricot orchard in Hungary. *Nematologia mediterranea*, 26: 267-270.

- Nico, A.I.; Rapoport, H.F.; Jiménez-Díaz, R.M. & Castillo, C. 2002. Incidence and population density of plant-parasitic nematodes associated with olive planting stocks at nurseries in southern Spain. *Plant Disease*, 86: 1075-1079.
- Orden de 13 de diciembre de 2004, por la que se desarrolla el Decreto 245/2003, de 2 de septiembre, *por el que se regula la producción integrada y su indicación en productos agrarios y sus transformados*. (BOJA n.º 247 de 21 de diciembre, 2004)
- Orlando, V.; Chitambar, J.J.; Dong, K.; Chizhov, V.N.; Mollov, D.; Bert, W. & Subbotin, S.A. 2016. Molecular and morphological characterization of *Xiphinema americanum*-group species (Nematoda: Dorylaimida) from California, USA, and other regions, and co-evolution of bacteria from the genus *Candidatus Xiphinematobacter* with nematodes. *Nematology*, 18: 1015-1043.
- Palomares-Rius, J.E.; Archidona-Yuste, A.; Cantalapiedra-Navarrete, C.; Prieto, P. & Castillo, P. 2016. Molecular diversity of bacterial endosymbionts associated with dagger nematodes of the genus *Xiphinema* (Nematoda: Longidoridae) reveals a high degree of phylogenetic congruence with their host. *Molecular Ecology*, doi: 10.1111/mec.13904.
- Peña-Santiago, R. 1990. Plant-parasitic nematodes associated with olive (*Olea europea* L.) in the province of Jaén, Spain. *Revue de Nématologie*, 13: 113-115.
- Peña-Santiago, R. 2002. A new diagnosis of the genus *Chitwoodius* Furstenberg & Heyns, 1966 (Nematoda: Dorylaimida), with comments and a compendium of its species. *Nematology*, 4: 441-443.
- Peña-Santiago, R. 2013. Order Dorylaimida Pearse, 1942. In: A. SchmidtRhaesa (Ed.). *Handbook of Zoology - Gastrotricha, Cycloneuralia and Gnathifera*. Volume 2. *Nematoda*: 277-297. De Gruyter. Berlin. Germany. 759 pp.
- Peña-Santiago, R. & Liébanas, G. 2001. Nematodes of the order Dorylaimida from Andalucía Oriental, Spain. Two new species of the genus *Carcharodiscus* Andrassy, 1991, with a key to its species. *Nematology*, 3: 515-523.
- Peneva, V.K.; Urek, G.; Lazarova, S.; Sirca, S.; Knapic, M.; Elshishka, M. & Brown, D.J.F. 2012. Longidoridae and nepoviruses in Bulgaria and Slovenia. *Helminthologia*, 49: 49-56.

- Peralta, M. 1993. *Nematodos de las superfamilias Leptonchoidea y Belondiroidea de Andalucía Oriental: Taxonomía y datos de distribución*. Tesis Doctoral. Departamento de Biología Animal y Ecología, Universidad de Granada. 439 págs.
- Peralta, M. & Peña-Santiago, R. 1995. Nematodes of the order Dorylaimida from Andalucía Oriental, Spain. The family Tylencholaimellidae Jairajpuri, 1964. Part 1. *Fundamental and applied Nematology*, 18: 479-492.
- Peralta, M. & Peña-Santiago, R. 1996. Nematodos del orden Dorylaimida de Andalucía Oriental. Familia Belondiridae Thorne, 1939: dos especies nuevas para nuestra fauna y otras dos previamente conocidas. In: *Tomo Extraordinario*. 125 aniversario de la RSEHN: 133-136.
- Ploeg, A.T. 1998. Horizontal and vertical distribution of *Longidorus africanus* in a bermudagrass field in the the Imperial Valley, California. *Journal of Nematology Supplement*, 30: 592-598.
- Poiras, L.; Iurcu-Straistraru, E.; Bivol, A.; Poiras, N. & Cernet, A. 2013. Plant parasitic and free-living nematodes of some orchards (peach, apple) in the Republic of Moldova. *Oltenia Studii si comunicari Stiintele Naturii Muzeul Olteniei Craiova*, 29: 166-171.
- Popovici, I. 1980. Distribution and dynamics of soil nematodes in mixed and spruce fir forest ecosystems *Révue Roumaine de Biologie, Série de Biologie Animale*, 25: 171-179.
- Real Decreto 1201/2002, de 20 de noviembre, *por el que se regula la producción integrada de productos agrícolas*. (BOE núm. 287, de 30 de septiembre, 2002)
- Roca, F. & Bravo, M.A. 1997. Multivariate analysis of *Xiphinema diversicaudatum* and some related species (Nematoda: Longidoridae). *Fundamental and applied Nematology*, 20: 357-369.
- Roca, F. & Lamberti, F. 1988. *Xiphinema aequum* sp. n. (Nematoda: Dorylaimida) from Italy, with description of the male of *Longidorus eridanicus*. *Nematologia mediterranea*, 16: 87-91.
- Roca, F.; Lamberti, F. & Agostinelli, A. 1986. I Longidoridae (Nematoda, Dorylaimida) delle regioni italiane. III. L'Abruzzo e il Molise. *Nematologia mediterranea*, 14: 83-99.

- Roca, F.; Lamberti, F. & Agostinelli, A. 1987. I Longidoridae (Nematoda, Dorylaimida) delle regioni italiane. V. Il Lazio. *Nematologia mediterranea*, 15: 71-101.
- Roca, F.; Lamberti, F. & Agostinelli, A. 1990. I Longidoridae (Nematoda, Dorylaimida) delle regioni italiane. IX. La Sicilia. *Nematologia mediterranea*, 17(1989): 151-165.
- Roca, F.; Lamberti, F. & D'Errico, F.P. 1991. I Longidoridae (Nematoda, Dorylaimida) delle regioni italiane. XI. La Campania. *Nematologia mediterranea*, 19: 139-154.
- Ruppert, E.E. y Barnes, R.D. 1996. *Zoología de los invertebrados*. McGraw-Hill Interamericana. México. 1114 págs.
- Sánchez Martínez, J.D. y Ortega Ruiz, A. 2016. El monocultivo olivarero jiennense: conformación histórica, valores patrimoniales y proyección cultural-turística. *Cuadernos de Turismo*, 37: 377-402.
- Siddiqi, M.R. 1964. Studies on *Discolaimus* spp. (Nematoda: Dorylaimidae) from India. *Zeitschrift für zoologische Systematik und Evolutionsforschung*, 2: 174-184.
- Smith, R.L. & Smith, T.M., 2001. *Ecología*. Madrid: Pearson Educación, S.A. Pags 664.
- Society of Nematologists. 1984. *Distribution of plant-parasitic nematode species in North America*. 205 pp.
- Statpoint Technologies, Inc. 2014. STATGRAPHICS® (Centurion XVII) [Statistical Software] Warrenton, Virginia.
- Sturhan, D. 1984. Description of two new *Xiphinema* species from Portugal, with notes on *X. pachtaicum* and *X. opisthohysterum* (Nematoda: Longidoridae). *Nematologica*, 29(1983): 270-283.
- Sturhan, D. & Barooti, S. 1983. *Longidorus iranicus* n. sp. (Nematoda: Dorylaimida). *Systematic Parasitology*, 5: 21-24.
- Téliz, D.; Landa, B.B.; Rapoport, H.F.; Pérez-Camacho, F.; Jiménez-Díaz, R.M. & Castillo, P. 2007. Plant-parasitic nematodes infecting grapevine in southern Spain and susceptible reaction to root-knot nematodes of rootstocks reported as moderately resistant. *Plant Disease*, 91: 1147-1154.

- Torres Cordero, J.A. 2012. El olivo, In: Salazar, C. y Guerrero, F. (Eds.), *Flora ornamental de la Universidad de Jaén*: 110-112. Servicio de Publicaciones, Universidad de Jaén. 345 págs.
- Tzortzakakis, E.A.; Peneva, V.; Brown, D.J.F. & Avgelis, A.D. 2008. A literature review of the occurrence of nematodes of the family Longidoridae in Greece. *Nematologia mediterranea*, 36: 153-156.
- Tzortzakakis, E.A.; Archidona-Yuste, A.; Cantalapiedra-Navarrete, C.; Nasiou, E.; Palomares-Rius, J.E. & Castillo, P. 2016. Description and molecular characterisation of *Xiphinema herakliense* n. sp. (Nematoda: Longidoridae) from wild and cultivated olives in Crete. *Nematology*, 17: 231-245.
- Wilson, M.J. & Kakouli-Duarte, T. (Eds.). 2009. *Nematodes as environmental indicators*. CABI. Wallingford, UK. 326 pp.
- Yeates, G.W.; Bongers, T.; De Goede, R.G.M; Freckman & Georgieva, S.S. 1993. Feeding habits in soil nematode families and genera--an outline for soil ecologists. *Journal of Nematology*, 25: 315-331.
- Yousef, D.M. & S'Jacob, J.J. 1994. A nematode survey of vegetable crops and some orchards in the Ghor of Jordan. *Nematologia mediterranea*, 22: 11-15.

