

Primeros datos de la nematofauna edáfica del Campus Universitario de Burjassot (Valencia, España)

First data of soil nematodes of the University Campus of Burjassot (Valencia, Spain)

Virginia Escribano, Paula Ruiz, Javier Lluch y Pilar Navarro

Departamento de Zoología Facultad de Ciencias Biológicas Universitat de València.

C/ Dr. Moliner, 50, 46100 Burjassot, Valencia, España).

mavires@alumni.uv.es, ruizgui@alumni.uv.es, javier.lluch@uv.es, pnavarro@uv.es

Recibido: 10 de agosto de 2016. Aceptado: 12 de junio de 2017.

Publicado electrónicamente: 20 de junio de 2017.

PALABRAS CLAVE: Nematoda, Césped, Campus Burjassot, Valencia, España

KEYS WORDS: Nematoda, Grass, Campus Burjassot, Valencia, Spain

RESUMEN

Se ha llevado a cabo un estudio sobre la nematofauna del césped (*Lolium perenne* L.) del Campus Universitario de Burjassot (Valencia), para determinar la posible presencia de especies que pudiesen ocasionar daños en el jardín. Se identificaron específicamente posibles causantes de lesiones, como: *Criconema mutabile* (Taylor, 1936) Raski & Luc, 1984 (Criconematoidea: Criconematidae), *Paratylenchus arcuatus* Luc & de Guiran, 1962 (Criconematoidea: Tylenchulidae), *Helicotylenchus microlobus* Perry, 1959 (Tylenchoidea: Hoplolaimidae), *Tylenchorhynchus clarus* Allen, 1955 (Tylenchoidea: Belonolaimidae) y *Pratylenchus hexincisus* Taylor and Jenkins, 1957 (Tylenchoidea: Pratylenchidae). Aunque las densidades poblacionales de estos nematodos no llegaron a superar los umbrales de daño, podrían ser, al actuar en conjunto, responsables de las lesiones observadas en el césped.

También se estudiaron las comunidades de los nematodos presentes en este jardín, por medio de muestras tomadas en tres años consecutivos (2013, 2014 y 2015) y de una muestra perirradicular obtenida en 2015, pudiendo constatar una evolución del suelo en el que pasa de haber una red trófica en estado de maduración y con una cierta estructura, a una red degradada, empobrecida y conductiva, con un considerable incremento de los nematodos fitoparásitos.

ABSTRACT

It has been carried out a study on the nematode fauna of the grass (*Lolium perenne* L.) of the University Campus of Burjassot (Valencia), to determine the possible presence of species that could cause damage in the garden. They were identified at specific level the possible agents of these lesions, such as: *Criconema mutabile* 1936) Raski & Luc, 1984 (Criconematoidea: Criconematidae), *Paratylenchus arcuatus* Luc & de Guiran, 1962 (Criconematoidea: Tylenchulidae), *Helicotylenchus microlobus* Perry, 1959 (Tylenchoidea: Hoplolaimidae), *Tylenchorhynchus clarus* Allen, 1955 (Tylenchoidea: Belonolaimidae) and *Pratylenchus hexincisus* Taylor and Jenkins, 1957 (Tylenchoidea: Pratylenchidae). Although their individual population densities did not exceed the damage thresholds, they could be, acting as a whole, responsible for the damages observed on the grass.

The helminth communities of the edaphic nematodes are also studied by means of samples taken in three consecutive years (2013, 2014 and 2015) and a sample around the roots obtained in 2015. It is possible to observe a soil evolution in which it changes from a trophic network in a maturation state and with a certain structure, to a degraded, impoverished and conductive network, with a considerable increase of plant parasitic nematodes.

1. INTRODUCCIÓN

Se ha llevado a cabo un estudio nematológico del suelo del Campus Universitario de Burjassot. Se trata de una zona ajardinada, con césped (*Lolium perenne* L.) en el que se pueden observar algunas áreas de cobertura irregular. Muchas especies de nematodos causan daños en diversos tipos de césped, especialmente cuando se encuentran estresados por otros factores. Según DEPARTMENT OF CROP SCIENCES (2000) (DCS a partir

de ahora), CROW & WELCH (2004) o PATTON *et al.* (2013), los daños que ocasionan los nematodos son el principal problema para los céspedes de jardín. Sin embargo, como los síntomas del ataque de estos organismos son variados y a menudo de naturaleza no específica, se pueden confundir con deficiencias de nutrientes en el suelo o lesiones debidas a otras plagas o enfermedades. Debido al deterioro que producen en el sistema radicular, las plantas muestran un reflejo de carencias de nutrientes y minerales en el suelo y síntomas

de estrés por sequía, incluso cuando estos requisitos se encuentran en una cantidad adecuada para una planta sana. Además, muestran un crecimiento retardado y desigual en las parcelas formando rodales, clorosis y marchitamiento (WHITEHEAD, 1997; DAFFARI, 2000; QUINTANA, 2005).

Los umbrales de población de nematodos que causan daño a los céspedes no están bien definidos y gran medida se basan más en la experiencia personal que en la investigación (DCS, 2000; CROW & WELCH, 2004). Generalmente, estos umbrales de daño para los céspedes difieren ampliamente entre los nematodos. Por ejemplo, los denominados nematodos espirales, como los pertenecientes al género *Helicotylenchus* y los anillados, como los criconemátidos, causan daño poco detectable hasta que la población alcanza niveles muy altos. Según FLEMING *et al.* (2008), 400 ejemplares en el caso de *Helicotylenchus* y 600 en el de los criconemátidos, en 100 ml de suelo y más de 300 en ambos casos según DCS (2000), mientras que los nematodos lesionadores, como *Pratylenchus* spp., pueden causar daños a niveles de población relativamente bajos, 100 individuos (FLEMING *et al.*, 2008) o más de 51 (DCS, 2000), en 100 ml de suelo.

Las combinaciones de distintos tipos de nematodos, en especial cuando se unen a los lesionadores, pueden causar problemas por debajo de los umbrales de daño (DCS, 2000). De todas formas, estos umbrales habría que tomarlos como valores orientativos, ya que varían entre lugares, épocas del año y por supuesto, en relación a la especie de césped que se trate.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

El área de muestreo se localiza junto a la biblioteca "Eduard Boschà", situada en el Campus de Ciencias de la Universitat de València, en la localidad valenciana de Burjassot (C/ Dr. Moliner, 50 - 46100 Burjassot, Valencia). La cubierta vegetal de este jardín está compuesta por ryegrass, una gramínea de la familia Poaceae.

Las muestras de suelo fueron tomadas durante los años 2013, 2014 y 2015 y consistieron en catas de suelo recogidas mediante la utilización de sacabocados cilíndricos de 8 cm de diámetro y 25 cm de longitud, para que fuesen comparables entre sí. Este último año se tomaron además muestras de raíces. Los nematodos se extrajeron de muestras de 100 g de suelo mediante la técnica de centrifugación-flotación en gradiente de sacarosa, se colocaron en placas Petri de 10 cm de diámetro y se aislaron manualmente utilizando un pincel. Para llevar a cabo el recuento se utilizó la técnica de PERALTA (1993) modificada. Para minimizar la tendencia a la agrupación de los especímenes en el centro de la placa y la influencia de los bordes, se dividió la misma en sectores radiales y se colectaron todos los ejemplares de sectores opuestos de modo que se recogieron, como mínimo, los ejemplares presentes en una superficie cercana al 17%

de la placa, correspondiente a 1/6 de su superficie total. Además, si el número de individuos colectados resultaba inferior a 100, se añadían nuevos sectores enfrentados hasta sobrepasar este número, de forma que el resultado final era el montaje de un mínimo de 100 ejemplares a partir de cada muestra de 100 g de suelo. En el caso de los nematodos perirradiculares, se extrajeron a partir de muestras de 20 g de raíces, utilizando el procedimiento indicado anteriormente para su recuento.

Todos los ejemplares así obtenidos fueron fijados con una solución de formaldehído al 4% tamponado con carbonato cálcico y montados entre porta y cubreobjetos según la técnica de SEINHORST (1959, 1962), y una vez montados fueron estudiados con la ayuda de microscopios provistos de contraste de fases y/o contraste interferencial de Normaski, fotografiándolos y midiéndolos mediante un programa informático (LAS: Leika application suite 2010). Ello permitió la identificación a nivel familiar de todos ellos, con excepción de los especímenes fitoparásitos de las muestras, edáfica y perirradicular, del año 2015 que fueron adscritos a la categoría taxonómica inferior a la que pudieron ser incluidos con fiabilidad.

Para su estudio biométrico, además de datos referentes a estructuras particulares (estiletos, espículas, gubernáculo,...), se utilizaron las medidas e índices propuestos por DE MAN (in GRASSÉ, 1965) como es habitual en nematología.

En lo que respecta al estudio de la comunidad nematológica, se han utilizado los índices de madurez (IM) y otros que derivan de éste (NEHER & CAMPBELL, 1996; NEHER *et al.*, 2004), como son el índice de madurez total (mIM), el índice de madurez sin oportunistas (IM2-5) y el índice de parásitos de plantas (IPP) que se basan en diferentes tolerancias al estrés que presentan las distintas familias de estos organismos y las estrategias vitales que adoptan (BONGERS, 1990; 1999). De igual modo, se realizó una clasificación de los nematodos detectados en una escala de colonizadores a persistentes (c - p) (BONGERS, 1990), que tiene un rango de valores de c-p 1 a c-p 5 según los modos de vida de los nematodos (BONGERS & BONGERS, 1998; NEHER, 2001; SÁNCHEZ-MORENO & TALAVEIRA, 2013).

Se han utilizado otros índices FERRIS *et al.* (2001), que nos ofrecen información respecto a la comunidad de nematodos. El índice de enriquecimiento (IE) evalúa los recursos disponibles en el suelo y la respuesta de los nematodos descomponedores primarios a estos recursos, el índice de estructura (IS) ofrece una medida de los diversos grupos tróficos presentes en el suelo e indica el estado de la red trófica y el índice de canal (IC) que indica la vía de descomposición de los nutrientes. También, siguiendo a NEHER & DARBY (2006), se ha calculado la relación de los nematodos fungívoros - bacteriófagos (FB) que describe la contribución de estos grupos tróficos en estos procesos de descomposición.

Otros métodos analíticos utilizados han sido: la riqueza (R) y la abundancia relativa (Ar) y en lo que respecta al estudio de la diversidad se han utilizado el índice de Shannon-Wiener (H'), el de dominancia de Simpson (D) y el de Uniformidad (J) siguiendo a NEHER (2001) y CARES & HUANG (2012).

3. RESULTADOS

Para llevar a cabo la clasificación sistemática de los ejemplares obtenidos a lo largo de los tres años se ha seguido a DE LEY & BLAXTER (2010) que se basa tanto en datos morfológicos como moleculares.

PHYLUM NEMATODA Potts, 1932
CLASE ENOPLA Inglis, 1983

Subclase Enoplia Pearse, 1942
Orden Enoplida Filipjev, 1929
Suborden Alaimina Clark, 1961
Superfamilia Alaimoidea Micoletzky, 1922
Family Alaimidae Micoletzky, 1922
Orden Triplonchida Cobb, 1920
Suborden Tobrilina Tsalolikhin, 1976
Superfamilia Pristomatolaimoidea De Man, 1876
Family Pristomatolaimidae Micoletzky, 1922
Subclase Dorylaimia Inglis, 1983
Orden Dorylaimida Pearse, 1942
Suborden Dorylaimina Pearse, 1936
Superfamilia Dorylaimoidea De Man, 1876
Family Dorylaimidae De Man, 1876
Family Aporcelaimidae Heyns, 1965
Family Qudsianematidae Jairajpuri, 1965
Family Longidoridae Thorne, 1935

CLASE CHROMADOREA Inglis, 1983

Subclase Chromadoria Pearse, 1942
Orden Plectida Malakhov, 1982
Superfamilia Plectoidea Örley, 1880
Family Plectidae Örley, 1880
Subclase Rhabditia Pearse, 1942
Orden Rhabditida Chitwood, 1933
Suborden Tylenchina Thorne, 1949
Infraorden Panagrolaimomorpha De Ley & Blaxter, 2010
Superfamilia Panagrolaimoidea Thorne, 1937
Family Panagrolaimidae Thorne, 1937
Infraorden Cephalobomorpha De Ley & Blaxter, 2010
Superfamilia Cephaloboidea Filipjev, 1934
Family Cephalobidae Filipjev, 1934
Infraorden Tylenchomorpha De Ley & Blaxter, 2010
Superfamilia Aphelenchoidea Fuchs, 1937
Family Aphelenchidae Fuchs, 1937

Superfamilia Criconematoidea Taylor, 1936
Family Criconematidae Taylor, 1936
Family Tylenchulidae Skarbilovich, 1947

Superfamilia Tylenchoidea Örley, 1880
Family Hoplolaimidae Filipjev, 1934
Family Tylenchidae Örley, 1880
Family Belonolaimidae Whitehead, 1959
Family Pratylenchidae Thorne, 1949

Suborden Rhabditina Chitwood, 1933
Infraorden Rhabditomorpha De Ley & Blaxter, 2010

Superfamily Rhabditoidea Örley, 1880
Family Rhabditidae Örley, 1880

Las especies fitoparasitarias identificadas a partir de los muestreos de 2015, cuyas regiones anteriores se ilustran en la Figura 1, fueron: *Criconema mutabile*, cuya identificación se llevó a cabo siguiendo a ESCUER *et al.* (1997), WOUTS (2006) y CORDERO *et al.* (2012); *Paratylenchus arcuatus*, identificado de acuerdo a RASKI (1975), BRZESKI *et al.* (1999) y GHADERI *et al.* (2014); *Helicotylenchus microlobus*, cuyos rasgos morfoanatómicos concuerdan con los indicados por KRALL (1985) y SUBBOTIN *et al.* (2015); *Tylenchorhynchus clarus*, que se ajusta a las características que indican TARJAN (1973) y HANDOO *et al.* (2014) y *Pratylenchus hexincisus*, ajustándose nuestros ejemplares a los caracteres indicados en la descripción original de TAYLOR & JENKINS (1957) y a los ofrecidos por HANDOO & GOLDEN (1989), CAFÉ FILHO & HUANG (1989) e INSERRA *et al.* (2007). Los datos biométricos de los ejemplares obtenidos en el Campus de la Universitat de València se detallan en la Tabla I.

3.1 Estructura de la comunidad nematológica

En la muestra correspondiente a la fracción perirradicular del año 2015 se detectó la presencia once familias (Fig. 2) y tal como se puede observar, las familias con más representación en la muestra fueron Criconematidae y Hoplolaimidae, ambas con un 22,41 %. Le siguen en abundancia la familia Aporcelaimidae (18,97%) y Cephalobidae (13,80%), reuniendo estas cuatro familias casi el 78% de los ejemplares la muestra, por lo que pueden ser consideradas, según su abundancia, como eudominantes (YEATES, 1970; HUA *et al.*, 2008). Además, el grupo trófico de la muestra que más representación tiene son los parásitos de plantas (56,90%), seguido por el de Omnívoros (27,59%) y en último lugar, los bacteriófagos (15,52%).

En el conjunto de las muestras edáficas se observaron las 16 familias que se indican al principio de este apartado aunque, como se observa en la Figura 3, sólo seis de ellas, (pertenecientes a los grupos tróficos bacteriófagos y parásitos de plantas que es el de mayor representación) como son: Hoplolaimidae, Belonolaimidae, Criconematidae, Tylenchidae, Cephalobidae y Rhabditidae se colectaron en las tres anualidades. La familia con mayor abundancia es Hoplolaimidae, seguida de Tylenchidae.



Fig.1.- Regiones anteriores: a) *Paratylenchus arcuatus*, b) *Helicotylenchus microlobus*, c) *Tylenchorhynchus clarus*, d) *Pratylenchus hexincisus*, e) *Criconema mutabile*. Barra de escala a, b y c 20 µm, d y e 50 µm.

— Anterior regions: a) *Paratylenchus arcuatus*, b) *Helicotylenchus microlobus*, c) *Tylenchorhynchus clarus*, d) *Pratylenchus hexincisus*, e) *Criconema mutabile*. Scale bar a, b y c 20 µm, d y e 50 µm.

Debido a la presencia de bacteriófagos cp-1 en la muestra del año 2013, el valor del IE es de bastante elevado, 61.11 (Tabla II), al año siguiente desciende para, en el tercer año muestreado repuntar ligeramente. Por lo que se refiere al IS, en el primer muestreo era muy elevado y ha ido reduciéndose a lo largo de los años. Además, el IM va descendiendo a lo largo de los años, al igual que el IM 2-5.

En la Figura 4 se puede observar como los valores de los índices de estructura y enriquecimiento han variado considerablemente a lo largo de los años, indicando una red trófica basal o degradada a tenor de los datos del último muestreo (FERRIS *et al.*, 2001).

En la Tabla III se expone cómo la riqueza de las muestras edáficas va descendiendo a lo largo de los años y cómo la diversidad puede considerarse baja en todas las muestras, sin que haya ninguna familia que muestre una clara dominancia.

4. DISCUSION

En las tres muestras edáficas, destacan por su abundancia los nematodos fitoparásitos ($Ab_{2013} = 71.23\%$; $Ab_{2014} = 81.22\%$; $Ab_{2015} = 95.87\%$), abundancia que se va incrementando a lo largo de los tres años y que queda patente en elevado valor del IPP (Tabla II). Un IPP mayor que el IM, como es el caso de las muestras de los dos últimos años, es indicativo de la abundancia de los organismos fitófagos (AZPILICUETA *et al.*, 2011), que debido al césped tendrán gran cantidad de nutrientes disponibles. El IM, si bien se va reduciendo con el tiempo, no es demasiado bajo, por lo que no parece indicar demasiadas perturbaciones en el suelo y, teniendo en cuenta que el IM 2-5 es superior al IM en las tres muestras, podemos suponer (BONGERS & BONGERS, 1998) que las perturbaciones que se hayan podido presentar han sido a corto plazo. Los índices de comunidad muestran la importante contribución de los nematodos fitoparásitos a los mMIM

Tabla I. Medidas e índices propuesto por DE MAN (in GRASSÉ, 1965) de los nematodos fitoparásitos encontrados, con detalle del número de ejemplares medidos. (L = longitud corporal; a = longitud corporal / anchura corporal máxima; b = longitud corporal / longitud esofágica; c = longitud corporal / longitud cola; c' = longitud cola / anchura cola; V(%) = distancia de la posición de la vulva al extremo anterior / longitud corporal).

— Measures and rates proposed by DE MAN (in GRASSÉ, 1965) of plant parasitic nematodes found, with detail of the number of specimens measured. (L = body length; a = body length / maximum body width; b = body length / pharyngeal length; c = body length / tail length; c' = tail length / tail width; V(%) = distance from anterior end to vulva divided by body length).

Especie	L (µm)	a	b	c	c'	V (%)
<i>Criconema mutabile</i> (n= 9)	354±55,21	13,30±2,20	4,64±0,61	12,25±1,94	1,30±0,34	88,39±2,97
<i>Paratylenchus arcuatus</i> (n= 8)	240±28,71	13,30±2,20	4,64±0,61	12,25±1,94	1,30±0,34	88,39±2,97
<i>Helicotylenchus microlobus</i> (n=14)	658±53,56	23,68±3,75	5,38±0,57	34,31±8,90	1,44±0,30	62,06±5,95
<i>Tylenchorhynchus clarus</i> (n= 5)	433±78,29	34,38±2,64	5,56±0,74	19,74±8,12	2,51±0,83	80,33±3,51
<i>Pratylenchus hexincisus</i> (n= 12)	398±36,33	29,19±3,66	5,16±0,92	20,34±5,75	2,30±0,57	77,23±2,05

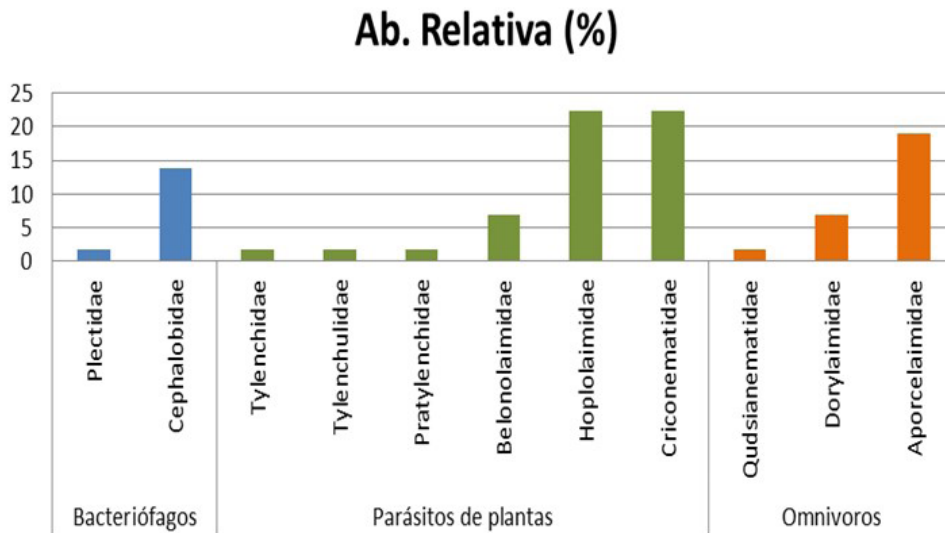


Figura 2. Abundancia relativa de las familias encontradas en la fracción perirradicular, indicando a qué grupo trófico pertenece cada una de ellas.
 — Relative abundance of families found in the periradicular fraction, indicating that trophic group belongs to each.

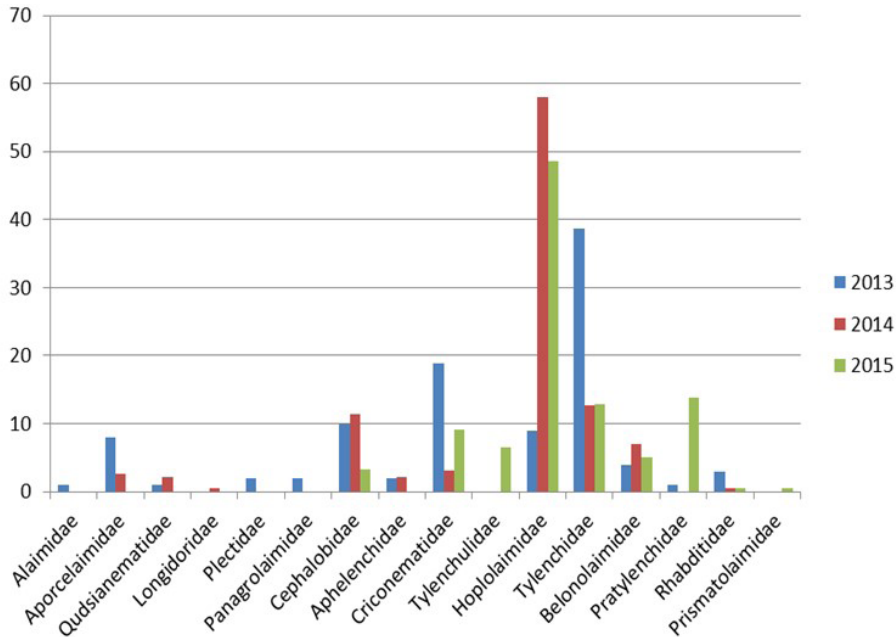


Fig. 3. Abundancia relativa de las familias de nematodos detectadas en los años 2013, 2014 y 2015.
 — Relative abundance of nematode families detected in 2013, 2014 and 2015.

de los distintos años ($mIM_{2013} = 2.55$, $mIM_{2014} = 2.81$, $mIM_{2015} = 2.77$ e $IPP_{2013} = 2.46$, $IPP_{2014} = 2.85$, $IPP_{2015} = 2.80$). Aportación que con los años parece aumentar, debido al incremento de la abundancia de los nematodos pertenecientes a este grupo trófico.

Por otro lado, el IE muestra su valor más elevado en 2013, al igual que el IS, que se va reduciendo alarmantemente y ello indica la progresiva degradación de la red trófica y que no se ha producido un enriquecimiento bacteriano recientemente. Al prestar atención a estos índices (Fig. 4), resulta evidente como la comunidad edáfica va pa-

sando de una red trófica en proceso de maduración y estructurada a una red degradada, empobrecida y conductiva (FERRIS *et al.*, 2004).

Como el IC sólo tiene en cuenta los fungívoros c-p2 y los bacteriófagos c-p 1, en la muestra de 2014 da un resultado muy elevado por haber obtenido únicamente un bacteriófago c-p 1. Debido a ello, nos parece más adecuado utilizar el índice FB (Tabla II), por considerar que refleja mejor la situación real. Los resultados de las tres muestras edáficas, próximos a 0, indican que la descomposición de los nutrientes tiene lugar, fun-

Análisis de la red trófica: esquema de interpretación

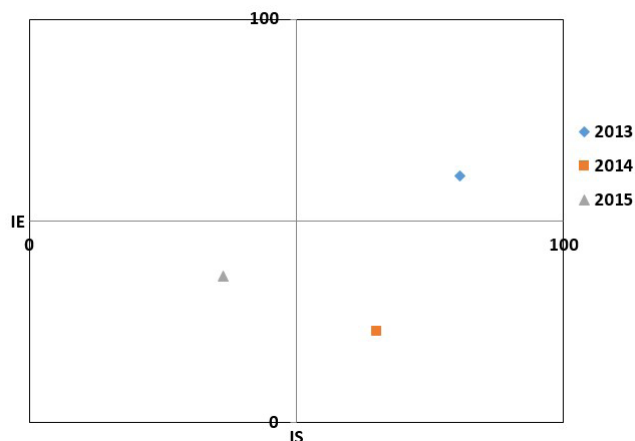


Figura 4. Esquema de interpretación de las redes tróficas.

— Interpretation scheme of trophic networks.

Tabla II. Valores de los índices de comunidad estudiados. (IM = índice de madurez; mIM = índice de madurez total; IM 2-5 = índice de madurez sin oportunistas; IPP = índice de parásitos de plantas; IE = índice de enriquecimiento; IS índice de estructura; IC = índice de canal; FB = relación fungívoros – bacteriófagos)

— Index values of community studied. (IM = maturity index; mIM = total maturity index; IM 2-5 = maturity index excluding opportunists; IPP = plant-parasitic index; IE = enrichment index; IS = structure index; IC = channel index; FB = fungal – bacterial feeding ratio).

Muestra	IM	mIM	IM 2-5	IPP	IE	IS	IC	FB
2013	2.79	2.55	3.17	2.46	61.11	80.56	9.09	0.10
2014	2.63	2.81	2.67	2.85	22.50	64.97	55.56	0.16
2015	2.11	2.77	2.25	2.80	36.36	36.36	0	0.0

Tabla III. Valores de los índices específicos estudiados. (R = riqueza; H' = índice de diversidad de Shannon; D = índice de diversidad de Simpson; J = equitatividad).

— Values of specific indexes studied. (R = richness; H' = Shannon diversity index; D = Simpson diversity index; J = evenness).

Muestra	R	H'	D	J
2013	13	1.93	0.21	0.75
2014	10	1.43	0.37	0.62
2015	9	1.59	0.29	0.73
Perirradicular	11	1.98	0.17	0.82

damentalmente mediante vía bacteriana FERRIS *et al.* (2004).

Teniendo en cuenta la clasificación de HUA *et al.* (2008), se puede considerar que al mantener su abundancia en bajos niveles, las familias Alaimidae, Pristomatolaimidae, Qudsianematidae, Lon-

gidoridae, Panagrolaimidae, Plectidae, Tylenchulidae, y Rhabditidae, tienen escasa importancia en la comunidad edáfica del jardín estudiado (Fig. 3). En cambio, se puede observar que aunque en el año 2013 la abundancia de la Familia Hoplolaimidae (8,91 %) tenía un estatus de subdominante, el resto de los años se encuentra con un nivel de representación importante 58.08 % en 2014 y 48.62 % en 2015. Por otra parte, en el caso de la familia Tylenchidae que en el 2013 era eudominante (38.61 %) y la familia con mayor representación, en las muestras de 2014 y 2015 desciende en su abundancia hasta un valor ligeramente superior al 12 %.

Tal como se ha comentado anteriormente, debido a la abundancia de los nematodos fitoparásitos que pueden afectar al césped y al incremento de éstos en los jardines del Campus, se consideró interesante identificarlos específicamente. Ello permitirá llevar a cabo un control más preciso de los mismos, pues aunque ninguna de las especies detectadas supera los umbrales de daño orientati-

vos ya expuestos en un apartado anterior (el número de individuos detectados en la muestra edáfica de 2015 fueron: *H. microlobus*, n = 106; *C. mutabile*, n = 20; *T. clarus*, n = 11; *P. arcuatus*, n = 14; *P. hexincisus*, n = 30) los síntomas observados en el césped, podrían ser atribuibles a la acción conjunta del nematodo lesionador de la raíz *P. hexincisus*, que se encuentra cerca del umbral de daño, en combinación con el resto de especies fitoparásitas detectadas.

Aunque las fluctuaciones en las poblaciones de nematodos no son extrañas (GUZMÁN HERNÁNDEZ *et al.*, 2014), se observa, como ya se ha indicado, un aumento de la abundancia relativa de los nematodos fitoparásitos con el paso de los años, pero dado que en estos momentos la densidad poblacional de estos organismos no supera los umbrales de daño, no sería recomendable el uso de nematicidas ya que, aunque deban ser aplicados por personal capacitado, son compuestos extremadamente tóxicos. En la actualidad sólo un pequeño número de ellos (carbamatos y organofosforados) están disponibles para su uso (HAGAN, 1997; DSC, 2000; OKA, 2010; PATTON *et al.*, 2013). Al tenerse que cumplir los plazos de seguridad, si se

decidieran aplicarlos, tendría que tenerse en cuenta el calendario escolar, puesto que el Campus debería permanecer cerrado.

Un césped bien gestionado puede aumentar la tolerancia al parasitismo de los nematodos sin mostrar daños aparentes. Las prácticas que promueven un enraizamiento profundo y vigoroso, como el riego profundo y poco frecuente (DCS 2000; PATTON *et al.*, 2013; RAVICHANDRA, 2014) y el mantener una fertilización balanceada, contribuyen a que el césped pueda soportar el daño provocado por estos nematodos.

La incorporación de algunas enmiendas orgánicas al suelo, como es el compost o el vermicompost, contribuyen a reducir las densidades de las poblaciones de nematodos fitoparásitos (MCSORLEY & GALLAHER, 1995; STANTON & STIRLING, 1997; OKA, 2010; PATTON *et al.*, 2013; RAVICHANDRA, 2014). Los mecanismos por los que la materia orgánica actúa contra los nematodos son complejos y poco conocidos, implicando probablemente mejoras en las propiedades del suelo, como la estructura; la liberación de nutrientes y mejor capacidad de retención del agua, ya que éstas aumentan el nivel de tolerancia de la planta a los nematodos y su resistencia (STANTON & STIRLING, 1997; OKA, 2010).

Además, la degradación de estas enmiendas tiene como resultado la liberación de compuestos tóxicos para los nematodos como el amoníaco (MCSORLEY & GALLAHER, 1995; STANTON & STIRLING, 1997; OKA, 2010). Las enmiendas orgánicas también pueden favorecer la actividad de organismos antagonistas de estos nematodos fitoparásitos ya sean parásitos (hongos y bacterias) o depredadores (MCSORLEY & GALLAHER, 1995; STANTON & STIRLING, 1997; PATTON *et al.*, 2013); El aumento de los microorganismos presentes en el suelo debido a un enriquecimiento, promueve el aumento de nematodos bacteriófagos y fungívoros, pero también el aumento de nematodos omnívoros y depredadores lo que implica un aumento en la calidad de la red trófica del suelo (OKA, 2010).

La selección de otra variedad de césped puede proporcionar una solución si siguen aumentando los niveles de nematodos fitoparásitos en el césped del jardín (RAVICHANDRA, 2014). En nuestro caso, realizar una resiembra de ryegrass variedad Nui, podría funcionar bien. Esta variedad de ryegrass tiene una mayor infección de un hongo endófito (*Neotyphodium lolii*) que le confiere mayor resistencia a los nematodos, mayor tolerancia a la sequía (EERENS *et al.*, 1998; PRENDES, 2011) y ha demostrado reducir los niveles de *Pratylenchus* spp.

Otra medida para reducir los niveles poblacionales de estos nematodos podría ser incorporar plantas con efectos alelopáticos sobre estos organismos, como son la mostaza y la esparraguera (Núñez, 2002; OKA, 2010). También habría que tener en cuenta que, dado que el emplazamiento que nos ocupa es el de un césped de jardín, podría ser recomendable la plantación de tagetes

(*Tagetes* spp.). Las raíces de estas plantas liberan α -tertienilo un compuesto que tiene efecto nematocida (WINOTO-SUATMADJI, 1969; CHEN & DICKSON, 2004; KRUEGER *et al.*, 2007) y puede ayudar a reducir los daños causados por estos nematodos, pues pueden llegar a inhibir la eclosión de sus huevos. Pero también es conveniente destacar que hay que tener precaución con el uso de tagetes, ya que las sustancias que liberan pueden provocar reacciones alérgicas en la piel al contacto con la luz solar. Los tagetes no erradican a los nematodos parásitos de plantas, pero son conocidos por su capacidad de disminuir sus niveles poblacionales, especialmente de *Pratylenchus* spp. y aunque la mayoría de datos apuntan a la disminución de las poblaciones de nematodos por parte de varias especies, hay que ser cuidadoso con la especie elegida, puesto que algunos estudios no muestran eficacia para el control de *C. mutabile*, especie localizada en nuestro césped. Las especies de tagetes que resultan eficaces para un mayor número de especies de nematodos son *T. patula*, *T. erecta* y *T. minuta* (WINOTO-SUATMADJI, 1969; CHEN & DICKSON, 2004; KRUEGER *et al.*, 2007).

Debido al estado en que se encuentra actualmente el césped y a la evolución que ha tenido en los tres años estudiados, sería conveniente realizar un seguimiento de la nematofauna fitoparásita presente en el jardín, pues aunque el nivel poblacional de las especies de nematodos no es un grave problema puesto que no sobrepasan los umbrales de daño, ello no implica que en sucesivos muestreos estos niveles puedan variar y sea necesario tomar medidas de control más enérgicas.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a los revisores sus sugerencias y comentarios, que han mejorado la redacción del manuscrito.

BIBLIOGRAFÍA

- AZPILICUETA, C., ARUANI, M. C., & CHAVES, E. 2011. Relación entre la nematofauna y la historia de manejo del suelo en huertos frutícolas. *Agro sur*, **39**(1): 13-23.
- BONGERS, T. 1990. The maturity index an ecological measure of environmental disturbance based on nematode species composition. *Oecologia*, **83**: 14-19
- 1999. The maturity index, the evolution of nematode life history traits, adaptative radiation and cp-scaling. *Plant Soil*, **212**: 13-22.
- BONGERS, T., & BONGERS, M., 1998. Functional diversity of nematodes. *Applied Soil Ecology*, **10**(3): 239-251.
- BRZESKI, M. W., HANEL, L., NICO, A. I. & CASTILLO, P. 1999. Paratylenchinae: Redescription of *Paratylenchus arcuatus* Luc & de Guiran, 1962, a new senior synonym of *P. nainianus* Edward & Misra, 1963 (Nematoda: Tylenchulidae). *Nematology*, **1**(4): 375-380.
- CAFÉ FILHO, A. C. & HUANG, C. 1989. Description of *Pratylenchus pseudofallax* n.sp. with a key to species of the genus *Pratylenchus* Filipjev, 1936

- (Nematoda: Partylenchidae). *Revue de Nématologie*, **12**: 7-15
- CARES, J. E., & HUANG, S. P. 2012. Nematodos del suelo. Pp. 163-177. In: MOREIRA, F. M. S, HUISING, E. J. & BIGNELL, D. Eds. *Manual de biología de suelos tropicales. Muestreo y caracterización de la biodiversidad bajo el suelo*. Instituto Nacional de Ecología, México.
- CHEN, S. Y., & DICKSON, D. W. 2004. *Nematology: Advances and Perspectives Volume II: Nematode Management and Utilization*. CABI Publishing, Cambridge.
- CORDERO, M. A., ROBBINS, R. T. & SZALANSKI, A. L. 2012. Taxonomic and molecular identification of *Bakernema*, *Criconema*, *Hemicriconemoides*, *Ogma* and *Xenocriconemella* species (Nematoda: Criconematidae). *Journal of Nematology*, **44**(4): 427-446.
- CROW, W. T. & WELCH, J. K. 2004. Root reductions of St. Augustinegrass (*Stenotaphrum secundatum*) and hybrid bermudagrass (*Cynodon dactylon* × *C. transvaalensis*) induced by *Trichodorus obtusus* and *Paratrichodorus minor*. *Nematropica*, **34**(1): 31-38.
- DAFFARI, E. F. 2000. *Los nematodos fitoparásitos*. Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura y Pesca.
- DE LEY, P. & BLAXTER, M. L. 2010. Systematic position and phylogeny. Pp. 1-30. In: LEE, D. L. Ed. *The Biology of Nematodes*. Taylor and Francis Group, Florida.
- DEPARTMENT OF CROP SCIENCES (DCS). 2000. University of Illinois. <https://ipm.illinois.edu/diseases/rpds/1108.pdf>. (Consultado: 15 noviembre 2015).
- EERENS, J. P. J., VISKER, M. H. P. W., LUCAS, R. J., EASTON, H. S. & WHITE, J. G. H. 1998. Influence of the ryegrass endophyte (*Neotyphodium lolii*) in a cool moist environment IV. Plant parasitic nematodes. *New Zealand journal of agricultural research*, **41**(2): 209-217.
- ESCUER, M., LARA, M. P. & BELLO, A. 1997. Nematodos de la subfamilia Criconematinae (Nematoda Criconematidae) en la España peninsular. *Orsis*, **12**: 39-63.
- FERRIS, H., BONGERS, T. & DE GOEDE R.G. 2001. A framework for soil food web diagnostics: extension of the nematode faunal analysis concept. *Applied Soil Ecology*, **18**: 13-29.
- FERRIS, H., BONGERS, T. & DE GOEDE R.G. 2004. Nematode faunal analyses to assess food web enrichment and connectance. *Nematology Monographs & Perspectives*, **2**: 503-510.
- FLEMING, C. C., CRAIG, D., HAINON-MCDOWELL, M. & ENTWISTLE, K. 2008. Plant parasitic nematodes—a new turf war? *Biologist*, **55**(2): 76-82.
- GHADERI, R., KASHI, L. & KAREGAR, A. 2014. Contribution to the study of the genus *Paratylenchus* Micoletzky, 1922 *sensu lato* (Nematoda: Tylenchulidae). *Zootaxa*, **3841**(2): 151-187.
- GRASSÉ, P. P. 1965. *Némathelminthes (Nématodes, Gordiacés), Rotifères, Gastrotriches, Kinorhynches*. Masson et Cie, Paris.
- GUZMÁN HERNÁNDEZ, T., VARELA BENAVIDES, I., HERNÁNDEZ VILLALOBOS, S., DURÁN MORA, J. & MONTERO CARMONA, W. 2014. Principales géneros de nematodos fitoparásitos asociados a plátano y piña en las regiones Huetar Norte y Huetar Atlántica de Costa Rica. *Tecnología en Marcha*, **27**(1): 85-92.
- HAGAN, A. 1997. Nematode Pests of Turf: Their identification and Control. *Alabama A&M and Auburn Universities*, **523**: 1-4.
- HANDOO, Z. A. & GOLDEN, A. M. 1989. A key and diagnostic compendium to the species of the genus *Pratylenchus* Filipjev, 1936 (Lesion Nematodes). *Journal of Nematology*, **21**(2): 202-2018.
- HANDOO, Z. A., PALOMARES-RIUS, J. E., CANTALAPIEDRA-NAVARRETE, C., LIÉBANAS, G., SUBBOTIN, S. A. & CASTILLO, P. 2014. Integrative taxonomy of the stunt nematodes of the genera *Bitylenchus* and *Tylenchorhynchus* (Nematoda, Telotylenchidae) with description of two new species and a molecular phylogeny. *Zoological Journal of the Linnean Society*, **172**: 231-264.
- HUA, J. F., LIN, X. G., SHEN, W. S., YIN, R. & FENG, Y. Z. 2008. Effects of land use history and inoculation with *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumbersinum* Owen on soil nematodes communities. *Helminthologia*, **45**: 204-210.
- INSERRA, R. N., TROCCOLI, A., GOZEL, U., BERNARD, E. C., DUNN, D. & DUNCAN, L. W. 2007. *Pratylenchus hippeastri* n. sp. (Nematoda: Pratylenchidae) from amaryllis in Florida with notes on *P. scribneri* and *P. hexincisus*. *Nematology*, **9**(1): 25-42.
- KRALL, E. L. 1985. *Root Parasitic Nematodes: Family Hoplolaimidae*. E. J. Brill. Leiden.
- KRUEGER, R., DOVER, K. E., MCSORLEY, R. & WANG, K-H. 2007. Marigolds (*Tagetes* spp.) for Nematode Management. *ENY-056. ENY-056 (NG045)*, Entomology and Nematology Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, Gainesville, FL.
- MCSORLEY, R. & GALLAHER, R. N. 1995. Effect of yard waste compost on plant-parasitic nematode densities in vegetable crops. *Journal of nematology*, **27**(4S): 545-549.
- NEHER, D. A. 2001. Role of nematodes in soil health and their use as indicators. *Journal of nematology*, **33**(4): 161-168.
- NEHER, D. A., & CAMPBELL, C. L. 1996. Sampling for regional monitoring of nematode communities in agricultural soils. *Journal of Nematology*, **28**(2): 196-208.
- NEHER, D.A. & DARBY, B.J. 2006. Computation and application of nematode community indices: General Guidelines. Pp. 211-222 In: ABEBE, E., ANDRASSY, I., TRAUNSPURGER, W. Eds. *Freshwater Nematodes: Ecology and Taxonomy*. CABI Publishing, Oxon, New York.
- NEHER, D. A., WEICHT, T. R., MOORHEAD, D. L. & SINSABAUGH, R. L. 2004. Elevated CO₂ alters functional attributes of nematode communities in forest soils. *Functional Ecology*, **18**: 584-591.
- NÚÑEZ, A. E. 2002. *Aislamiento y evaluación de hongos nematófagos asociados a quistes de Globodera rostochiensis (Woll.) en la región del Cofre de Perote*. Tesis Maestría. Universidad de Colima.
- OKA, Y. 2010. Mechanisms of nematode suppression by organic soil amendments—a review. *Applied Soil Ecology*, **44**(2): 101-115.
- PATTON, A., MOSELEY, D., BATEMAN, R. & KIRKPATRICK, T. 2013. Nematode management in lawns. *Agriculture and Natural Resources*. University of Arkansas. Division of agriculture. FSA6141
- PERALTA, M. 1993. *Nematodos de las superfamilias Leptonchoidea y Belondiroidea de Andalucía*

- Oriental: Taxonomía y datos de distribución*. Tesis Doctoral Universidad de Jaén. Jaén. España.
- PRENDES, J. A. O. 2011. Nuevas tendencias en la mejora de pratenses: los endofitos. *Pastos*, **26**(1): 3-22.
- QUINTANA, S. V. 2005. Problemas producidos por microorganismos y nematodos. Pp. 219-280. *In: Plagas y enfermedades de jardines*. Mundi-Prensa, Madrid.
- RASKI, D. J. 1975. Revision of the genus *Paratylenchus* Micoletzky, 1922, and descriptions of new species. Part II of three parts. *Journal of Nematology*, **7**(3): 274-295.
- RAVICHANDRA, N. G. 2014. Nematode Diseases of Horticultural Crops. Pp. 127-205. *In: Horticultural Nematology*. Springer, New Delhi.
- SÁNCHEZ-MORENO, S. & TALAVERA, M. 2013. Los nematodos como indicadores ambientales en agroecosistemas. *Revista Ecosistemas*, **22**(1): 50-55.
- SEINHORST, J. W. 1959. A rapid method for the transfer of Nematodes from fixative to anhydrous glycerine. *Nematologica*, **4**: 67-69.
- 1962. On the killing, fixation and transferring to glycerine of Nematodes. *Nematologica*, **8**: 29-32.
- STANTON, J. & STIRLING, G. 1997. Nematodes as plant parasites. Pp.127-142. *In: BROW, J. F. & OGLE, H. J. Eds. Plant pathogens and plant diseases*. Rockvale Publications, Armidale.
- SUBBOTIN, S. A., VOVLAS, N., YEATES, G. W., HALLMANN, J., KIEWNICK, S., CHIZHOV, V. N., MANZANILLA-LÓPEZ, R. H., INSERRA, R. N. & CASTILLO, P. 2015. Morphological and molecular characterization of *Helicotylenchus pseudorobustus* (Steiner, 1914) Golden, 1956 and related species (Tylenchida: Hoplolaimidae) with a phylogeny of the genus. *Nematology*, **17**(1): 27-52.
- TARJAN, A. C. 1973. A synopsis of the genera and species in the Tylenchorhynchinae (Tylenchoidea, Nematoda). *Proceedings of the Helminthological Society of Washington*, **40**(1): 123-144.
- TAYLOR, D. P. & JENKINS, W. R. 1957. Variation within the nematode genus *Pratylenchus*, with the descriptions of *P. hexincisus*, n. sp. and *P. subpennans*, n. sp. *Nematologica*, **2**(2): 159-174.
- WHITEHEAD, A. G. 1997. *Plant nematode control*. CAB international. Wallingford, UK
- WINOTO-SUATMADJI, R. 1969. Studies on the effect of *Tagetes* species on plant parasitic nematodes. Veenman & Zonen, N.V. Wageningen.
- WOUTS, W. M. 2006. Criconematina (Nematoda: Tylenchida). *Fauna of New Zealand*, **55**: 1-232.
- YEATES, G. W. 1970. The diversity of soil nematode faunas. *Pedobiologia*, **10**: 104-107.
- YEATES, G. W. & BONGERS, T. 1999. Nematode diversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, **74**: 113-135.

