

# Estudo comparativo das comunidades de nemátodes em horticultura biológica e convencional

Andreia Teixeira<sup>1</sup>, Maria Teresa Almeida<sup>1</sup>, Sofia Costa<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> CBMA - Centro de Biologia Molecular e Ambiental, Departamento de Biologia, Universidade do Minho, Campus de Gualtar, 4710-057 Braga, Portugal, andreia\_se\_teixeira@hotmail.com; mtalmeida@bio.uminho.pt

<sup>2</sup> CIMO - Centro de Investigação de Montanha, Escola Superior Agrária de Ponte de Lima, Instituto Politécnico de Viana do Castelo, 4990-706 Ponte de Lima, Portugal, sofia.costa@bio.uminho.pt

## Resumo

O solo suporta física e biologicamente a produção vegetal e os nemátodes como os animais edáficos mais abundantes e diversos, intervêm nos diversos processos que nele ocorrem, sendo usados como bioindicadores das suas condições e estrutura. As comunidades de nemátodes compreendem organismos de vida livre envolvidos na mineralização de nutrientes e fitoparasitas que afetam a produção em agroecossistemas.

Neste estudo comparou-se a estrutura e dinâmica das comunidades de nemátodes associadas a culturas hortícolas em produção biológica e convencional, avaliando a biodiversidade funcional de nemátodes de vida livre e quantificando a densidade de géneros de nemátodes fitoparasitas ao longo dos ciclos culturais. Compararam-se dois sistemas agrícolas, nos dois modos de produção, geograficamente próximos, ao longo de dois ciclos culturais: ervilheira cv. Maravilha de Kelvedon e alface cv. Maravilha das Quatro Estações. Realizaram-se amostragens de solo da rizosfera no início, durante e no final das culturas para extração, identificação e quantificação dos nemátodes, e obtiveram-se dados da produção das culturas.

Na cultura da alface a densidade populacional de nemátodes fitoparasitas foi semelhante nos dois regimes de produção, enquanto na cultura da ervilha foi mais numerosa em produção convencional. Associados às duas culturas foram identificados diversos géneros de nemátodes fitoparasitas: *Criconemella*, *Gracilacus*, *Longidorus*, *Meloidogyne*, *Paratrichodorus*, *Pratylenchus*, *Rotylenchus*, *Trichodorus*, *Tylenchorhynchus*, *Tylenchus* e *Xiphinema*. Nos dois locais encontraram-se cadeias tróficas bem estruturadas, com vias de decomposição mediadas por bactérias e fungos e sistemas com baixa perturbação da comunidade de nemátodes. A produção de ervilha em regime biológico foi superior à obtida em regime convencional, talvez devido à menor densidade das populações de nemátodes fitoparasitas, quando comparadas com as de vida livre, possivelmente devido à introdução de matéria orgânica no solo. A produção de alface foi superior em regime convencional, eventualmente devido a um ligeiro aumento das populações de nemátodes fitoparasitas em regime biológico.

**Palavras-chave:** biodiversidade funcional, bioindicadores, culturas hortícolas, nemátodes fitoparasitas, sustentabilidade produtiva

## Abstract

### Comparative study of the nematode communities in organic and conventional horticulture

Soil provides the physical and biological support to crop production. Nematodes, as the most abundant and diverse animals in soil, are involved in several edaphic processes, being used as bioindicators of soil conditions and structure. Nematode communities include free-living organisms involved in nutrient mineralization and plant parasitic nematodes, which affect yield in agroecosystems.

This study aimed to compare the structure and dynamics of nematode communities associated with vegetable crops in organic and conventional horticulture; the functional biodiversity of free-living nematodes was assessed and the density of plant parasitic nematode genera was quantified. Two farming systems, organic and conventional, geographically close, were compared over two cultural cycles: pea cv. Maravilha de Kelvedon and lettuce cv. Maravilha das Quatro Estações. Rhizosphere soil was collected at the beginning, during and at the end of the cultures, and processed for extraction, identification and quantification of nematodes. In addition, the yield of the two cultures was compared between the two systems.

The population density of plant parasitic nematodes associated with lettuce was similar in both farms, but the nematodes were significantly more abundant in the rhizosphere of pea in conventional production. The following genera of plant parasitic nematodes were identified: *Criconebella*, *Gracilacus*, *Longidorus*, *Meloidogyne*, *Paratrichodorus*, *Pratylenchus*, *Rotylenchus*, *Trichodorus*, *Tylenchorhynchus*, *Tylenchus* and *Xiphinema*. Well-structured food webs with decomposition pathways mediated by bacteria and fungi were found in both locations that, according to nematode community indices, were considered under low disturbance. Pea yield was higher in biological farming, perhaps due to the lower ratio of plant parasitic: free living nematodes; this was possibly due to the introduction of organic matter in soil. Lettuce yield was higher under conventional farming, possibly due to a slightly larger population of plant parasitic nematodes in organic farming.

**Keywords:** bioindicators, horticulture crops, functional biodiversity, plant parasitic nematodes, productive sustainability

## Introdução

Os solos têm grande importância para a produção vegetal, pelo que devem ser geridos de modo a promover o seu equilíbrio, mantendo a sua estrutura e biodiversidade (Sánchez-Moreno & Talavera, 2013). Ao longo dos últimos anos tem aumentado a preocupação com o impacto que a agricultura tem no ambiente e com o modo como os pesticidas usados contaminam a cadeia alimentar, pelo que se tem verificado a necessidade de desenvolver técnicas e processos que a tornem mais sustentável (Ghini & Bettiol, 2000; Widmer et al., 2006).

A agricultura em Modo de Produção Biológico (MPB) é considerada uma agricultura sustentável quando comparada com a agricultura convencional, pois além da exclusão de produtos químicos de síntese, recorre a práticas culturais, como a introdução de matéria orgânica ou de resíduos de culturas anteriores no solo e a rotação de culturas na mesma parcela de terreno, que promovem a produtividade do solo, o aumento da disponibilidade de nutrientes e o respeito pelo equilíbrio dos ecossistemas e pela biodiversidade (Neher, 1999; Mourão, 2007; CE, 2008; Ferreira, 2012). A atividade biológica, diversidade e complexidade da rede trófica edáfica possibilitam numerosas interações entre os organismos do solo, tendo um papel potencialmente supressivo ou regulador das pragas e doenças (Wall et al., 2015).

No solo, os nemátodes são os animais mais abundantes e com maior diversidade funcional, ocupando todos os níveis da rede trófica, o que inclui tanto organismos de vida livre (bacterívoros, fungívoros, omnívoros e predadores), como fitoparasitas (Yeates et al., 1993). Assim, é possível calcular índices ecológicos associados às cadeias tróficas, com base na abundância relativa de nemátodes de grupos tróficos elevados, que fornecem informações acerca dos recursos disponíveis no meio. Os nemátodes fitoparasitas estabelecem interações próximas com as plantas, influenciando o seu estabelecimento e desempenho, enquanto as próprias plantas interagem com os nemátodes fitoparasitas, podendo determinar a sua diversidade e abundância, num complexo mecanismo de interação planta-solo (Bever et al., 1997). Além dos estragos e das lesões diretas que causam nas plantas, os nemátodes fitoparasitas são também responsáveis por tornar as plantas suscetíveis à ação de fungos e bactérias, expondo-as desta forma a outras doenças radiculares (Michereff et al., 2005). Os danos causados por estes nemátodes são muitas vezes difíceis de observar, mas refletem-se na perda significativa de produtividade (Yeates & Bongers, 1999). Alguns dos exemplos de práticas que poderão ser adotadas com vista a controlar as populações de nemátodes parasitas de plantas incluem a utilização de cultivares resistentes, a rotação de culturas, a solarização, a enxertia e o controlo biológico.

Neste estudo pretendeu-se comparar a estrutura e dinâmica das comunidades de nemátodes associados a duas culturas hortícolas em dois sistemas agrários geograficamente próximos, nos modos de produção biológico e convencional. Foi avaliada a biodiversidade funcional de nemátodes de vida livre e quantificada a densidade dos diferentes géneros de nemátodes fitoparasitas ao longo de dois ciclos culturais. Também foi comparada a produtividade das culturas nos dois sistemas e apurado o potencial impacto dos vários nemátodes fitoparasitas na produção das duas culturas e nos dois sistemas.

## Material e métodos

O trabalho de campo foi realizado nas Hortas Sociais Biológicas do Município da Póvoa de Lanhoso, mantidas no Centro Interpretativo do Carvalho de Calvos no concelho da Póvoa de Lanhoso (NW Portugal) e numa propriedade particular na freguesia de Fontarcada, também neste concelho,

entre dezembro de 2014 e junho de 2015. Em Calvos foi praticada agricultura em modo de produção biológico (MPB) e em Fontarcada foi praticada agricultura em modo convencional.

Antes da sementeira da ervilheira cv. Maravilha de Kelvedon, e após o terreno ter sido fresado, foi feita a fertilização de fundo em ambos os terrenos. Em MPB foi aplicado composto biológico produzido a partir de erva e folhas, enquanto no modo convencional foi aplicado adubo sintético constituído por fosfato granulado com superfosfato a 18%.

A alface cv. Maravilha das Quatro Estações foi semeada em viveiro nas Hortas Sociais Biológicas e posteriormente transplantada para ambos os locais em estudo. No terreno em Calvos havia sido aplicado composto biológico um mês antes da transplantação, enquanto em Fontarcada não tinha sido aplicado qualquer fertilizante, uma vez que a alface foi transplantada para um local onde tinha sido colhida faveira.

Foram realizadas amostragens de solo da rizosfera das plantas em diversos pontos ao longo dos talhões experimentais, no início, durante e no final das duas culturas, obtendo-se amostras compostas para extração, identificação e quantificação dos nemátodes. No final da cultura foram colhidas as plantas, com as raízes, para serem processadas no laboratório. Foram obtidos os pesos fresco e seco das plantas (parte aérea e parte radicular) de alface e ervilheira, sendo ainda determinado o comprimento e número de folhas das ervilheiras. As vagens de ervilha produzidas foram sendo pesadas ao longo de todo o ciclo cultural.

A extração dos nemátodes do solo foi efetuada através do processamento de três subamostras de 200 cm<sup>3</sup> de cada amostra composta colhida em cada local e momento de amostragem, utilizando o método do tabuleiro de Whitehead e Hemming, modificado (Abrantes et al., 1976). Os nemátodes foram depois identificados e quantificados com base nas características morfológicas, segundo o grupo trófico (Yeates et al., 1993) e família e sempre que possível até ao género, tendo os nemátodes fitoparasitas sido identificados sempre até este nível taxonómico. As comunidades de nemátodes foram caracterizadas de acordo com as suas guildas funcionais, atribuídas a nemátodes das mesmas famílias e tendo em conta o grupo trófico e a estratégia de vida dos nemátodes de vida livre. Com base na informação obtida das guildas, calculou-se o índice de enriquecimento e o índice de estrutura, que permitem a representação gráfica da comunidade de nemátodes em quadrantes de enriquecimento orgânico e estrutura das redes tróficas do solo (Ferris et al., 2001).

Os dados obtidos trataram-se estatisticamente com recurso ao *software* Minitab® 17.0, tendo sido analisados separadamente os conjuntos de dados para cada cultura. Foi verificada a homogeneidade de variâncias através do teste de Levene, sendo seguidamente analisados os conjuntos de dados através de ANOVA a uma probabilidade de 5%. As diferenças estatisticamente significativas foram ainda esclarecidas entre os grupos de dados através do teste de LSD de Fisher a 5%.

## Resultados e discussão

No estudo realizado verificou-se que, de um modo geral, o número de nemátodes identificados na cultura da alface foi superior ao identificado na ervilheira, em ambos os locais. Associada à cultura da ervilheira a abundância de nemátodes em geral, tal como a de nemátodes fitoparasitas, em modo de produção convencional foi superior à encontrada em MPB (fig. 1). O MPB em Calvos deu sinais positivos de eficiência, sobretudo no que diz respeito à menor densidade populacional de nemátodes fitoparasitas, não podendo ser ignorado, no entanto, o aumento significativo do número destes nemátodes ao longo da cultura.

Quanto à cultura da alface, a abundância de nemátodes foi maior em MPB do que em modo convencional, compreendendo não só a abundância de nemátodes de vida livre como também a de nemátodes fitoparasitas, que foi ligeiramente superior (fig. 2), embora sem diferença estatística. Isto poderá ter-se devido ao enriquecimento em azoto no solo, uma vez que em Fontarcada a alface foi plantada num local onde havia sido colhida faveira, tendo sido usados os restos da cultura como fertilizante.

Alguns estudos realizados demonstraram que o facto de não serem utilizados pesticidas de síntese permite manter populações de nemátodes de vida livre, de bactérias e de fungos, que apresentam benefícios para o controlo de nemátodes fitoparasitas (Costa, 2015). O grupo trófico de nemátodes mais abundante associado à cultura da ervilheira e da alface, em MPB e em modo convencional, foi o dos nemátodes bacterívoros, seguido pelo grupo dos nemátodes fitoparasitas.

Associados às duas culturas identificaram-se diversos géneros de nemátodes fitoparasitas: *Criconebella*, *Gracilacus*, *Longidorus*, *Meloidogyne*, *Paratrichodorus*, *Pratylenchus*, *Rotylenchus*, *Trichodorus*, *Tylenchorhynchus*, *Tylenchus* e *Xiphinema*.

Com base na diferenciação dos quistos no solo foi, também, possível identificar nemátodes-de-quisto dos géneros *Globodera* e *Heterodera*. A diversidade de géneros de nemátodes

parasitas de plantas observados nas duas culturas foi superior em modo convencional do que em MPB; destacaram-se pela sua abundância e frequência, nos dois locais, os géneros *Pratylenchus*, *Tylenchorhynchus* e *Tylenchus*, além de outros indivíduos da família Tylenchidae.

O cálculo dos índices de enriquecimento e de estrutura, considerando as guildas funcionais, permitiu caracterizar as comunidades de nemátodes por cultura, nos dois locais (fig. 3). Relativamente à ervilheira, em ambos os locais, estão apenas representados o segundo e o terceiro momento de amostragem, pois quanto aos nemátodes de vida livre encontrados na primeira amostragem apenas foi considerado o grupo trófico para a sua identificação.

A relação entre os índices de enriquecimento e de estrutura, em modo biológico e em modo convencional, indicou a existência de cadeias tróficas bem estruturadas com vias de decomposição mediadas por bactérias e fungos. Os dois sistemas revelaram uma baixa perturbação do solo, com ligeiro enriquecimento orgânico (quadrante B, fig. 3A e 3B) segundo Ferris et al. (2001).

A produção de ervilha em MPB (6,11 kg/m<sup>2</sup>) foi superior à obtida em modo convencional (3,83 kg/m<sup>2</sup>). As ervilheiras produzidas neste sistema também cresceram mais e produziram mais folhas do que as produzidas em modo convencional. Os valores registados para todos os fatores analisados entre as plantas em MPB e em modo convencional foram significativamente diferentes (quadro 1). De notar que as ervilheiras produzidas em modo biológico eram mais pesadas do que as produzidas em modo convencional, sendo no entanto o seu conteúdo em água menor em modo biológico do que em modo convencional (quadro 1). Considerando a cultura da alface, a produção estimada para Calvos foi de 1,32 kg/m<sup>2</sup> enquanto para Fontarcada foi de 2,13 kg/m<sup>2</sup>, tendo sido a produção de alface superior em regime convencional do que em regime biológico (quadro 2). No entanto, é importante sublinhar que o ciclo cultural da alface foi mais longo em Calvos, não se encontrando as alfaces tão crescidas como em Fontarcada no momento da colheita.

## Conclusões

Foram encontradas semelhanças funcionais na comunidade de nemátodes do solo, que revelam um impacto moderado das práticas agrícolas, tanto em Calvos (MPB) como em Fontarcada (convencional), o que poderá ter sido determinado pela escolha dos locais em estudo. Assim, deverá ser alargado este estudo a um maior número de explorações agrícolas em MPB e em modo convencional, de modo a aferir as diferenças entre os dois sistemas. Contudo, em geral, tanto a diversidade como a abundância de nemátodes fitoparasitas foram superiores nas culturas em modo convencional. Este efeito foi mais pronunciado na cultura da ervilheira, onde correspondentemente se alcançou maior produção em MPB. No entanto, não foi possível encontrar uma relação entre a densidade populacional de nemátodes fitoparasitas e os parâmetros de produção.

## Agracedimentos

A autora Sofia Costa recebe financiamento da Fundação para a Ciência e a Tecnologia através de uma bolsa de pós-Doutoramento com a referência SFRH/BPD/102438/2014. Este trabalho tem o apoio do Programa Estratégico UID/BIA/04050/2013 (POCI-01-0145-FEDER-007569) financiado por fundos nacionais através da Fundação para a Ciência e a Tecnologia e pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER) através do COMPETE 2020 – Programa Operacional Competitividade e Internacionalização (POCI).

## Referências

- Abrantes, I., Morais, M., Paiva, I. & Santos, M. 1976. Análise nematológica de solos e plantas. *Ciências Biológicas* 1:139-155.
- Bever, J.D., Westover, K.M. & Antonovics, J. 1997. Incorporating the soil community into plant population dynamics: the utility of the feedback approach. *Journal of Ecology* 85:561-573.
- Costa, S.R. 2015. Ecologia de nemátodes e seu interesse na enxertia de plantas hortícolas (Parte II/II). *AGROTEC* p 28-30.
- CE, 2008. Regulamento (CE) N.º 889/2008 da Comissão, de 5 de setembro de 2008.
- Ferreira, J. 2012. Conceitos, princípios, fundamentos e práticas. p. 10-18. In J. Ferreira (2ª ed). *As bases da agricultura biológica Tomo I – Produção vegetal*. EDIBIO, Edições LDA, Portugal.
- Ferris, H., Bongers, T. & de Goede, R.G.M. 2001. A Framework for soil food web diagnostics: extension of the nematode faunal analysis concept. *Applied Soil Ecology* 18:13-29.
- Ghini, R. & Bettiol, W. 2000. Proteção de plantas na agricultura sustentável. *Cadernos de Ciência & Tecnologia* 17:61-70.
- Michereff, S., Andrade, D., Peruch, L. & Menezes, M. 2005. Importância das patógenos e das doenças radiculares em solos tropicais. p. 1-18. In: S. Michereff, D. Andrade & M. Menezes (eds.), *Ecologia e*

- manejo de patógenos radiculares em solos tropicais, Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, Brasil.
- Mourão, I.M. 2007. Manual de horticultura no modo de produção biológico. Escola Superior Agrária de Ponte de Lima/IPVC. Ponte de Lima.
- Neher, D. 1999. Nematode communities in organically and conventionally managed agricultural soils. *Journal of Nematology* 2:142-154.
- Sánchez-Moreno, S. & Talavera, M. 2013. Los nematodos como indicadores ambientales en agroecosistemas. *Ecosistemas* 22:50-55.
- Wall, D.H., Nielsen, U.N. & Six, J. 2015. Soil biodiversity and human health. *Nature* 528:69-76.
- Widmer, F., Rasche, F., Hartmann, M. & Fliessbach A. 2006. Community structures and substrate utilization of bacteria in soils from organic and conventional farming systems of the DOK long-term field experiment. *Applied Soil Ecology* 33:294-307.
- Yeates, G.W., Bongers, T., De Goede, R.G.M., Freckman, D.W. & Georgieva, S.S. 1993. Feeding habits in soil nematode families and genera – an outline for soil ecologists. *Journal of Nematology* 25:315-331.
- Yeates, G.W. & Bongers, T. 1999. Nematode diversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 74:113-135.

Quadro 1 – Parâmetros relativos às plantas de ervilheira nos dois locais de estudo, em MPB (Calvos) e em modo convencional (Fontarcada). Os valores são a média de nove plantas. Valores seguidos da mesma letra não diferem significativamente de acordo com o teste LSD  $p < 0,05$ .

Fatores analisados	Ervilheira			
	Calvos		Fontarcada	
Peso fresco (g)	41,93	a	23,34	b
Peso seco (g)	16,39	a	7,52	b
Altura (cm)	132,50	a	98,67	b
Número de folhas	118,44	a	63,00	b
Água (%)	60,63	b	67,89	a

Quadro 2 – Parâmetros de produção da alface, nos dois locais de estudo, em MPB (Calvos) e em modo convencional (Fontarcada). Os valores resultam da média de nove plantas. Valores seguidos da mesma letra não diferem significativamente de acordo com o teste LSD  $p < 0,05$ .

Fatores analisados	Alface			
	Calvos		Fontarcada	
Peso fresco (g)	91,27	b	153,17	a
Peso seco (g)	5,38	b	7,63	a
Água (%)	94,08	b	94,93	a