

EFEITO DE FORMULAÇÃO DE FERTILIZANTE ORGANO-MINERAL LÍQUIDO NO CONTROLE DE NEMATOIDE DE GALHA EM BATATA

ROSSI, Carlos Eduardo¹
 OLIVEIRA, Francisco Camargo de²
 NIRO, Brena Luiza Mateus³
 SANTOS, Ana Caroline Candido dos³
 PAULA, Jaqueline Sales de³

Recebido em: 2020.11.11

Aprovado em: 2021.03.23

ISSUE DOI: 10.3738/1982.2278.3863

RESUMO: Os nematoides de galha são importantes pragas de solo para a cultura da batata, entre outras solanáceas, onde parasitam raízes e tubérculos causando prejuízos significativos para os produtores. O controle era feito exclusivamente com nematicidas, muitos dos quais foram banidos ou apresentam-se com uso muito restrito em razão de diferentes fatores ambientais e econômicos. O objetivo desse trabalho é testar um produto formulado a partir de fertilizante organomineral líquido contendo substâncias húmicas, nutrientes N, P, K (nitrogênio, fósforo e potássio), carboidratos, aminoácidos e extrato de nim (*Azadirachta indica*). O experimento foi conduzido em casa de vegetação com 8 tratamentos (diferentes combinações de aplicação no plantio e/ou na amontoa combinado ou não com abamectina) e 6 repetições. A parcela foi um vaso plástico com 21 L de substrato autoclavado e uma planta de batata 'Ágata' inoculado artificialmente com *Meloidogyne incognita*. Os resultados demonstraram o controle exercido pelo formulado nas diferentes combinações de aplicação, à exceção do produto aplicado somente na amontoa. Entretanto, o controle do nematoide não repercutiu no desenvolvimento das plantas, onde não se verificaram diferenças estatísticas entre os tratamentos para todas as variáveis testadas.

Palavras-Chave: Controle alternativo, *Meloidogyne incognita*, Biofertilizante, Nim.

EFFECT OF FORMULATION OF LIQUID ORGAN-MINERAL FERTILIZER ON THE CONTROL OF ROOT-KNOT NEMATODE IN POTATO

SUMMARY: Root-knot nematodes are important soil pests for potato cultivation, among other Solanaceae, where they parasitize roots and tubers causing significant losses for producers. The control was done exclusively with nematicides, many of which were banned or presented with very restricted use due to different environmental and economic factors. The objective of this work is to test a product formulated from liquid organomineral fertilizer containing humic substances, nutrients N, P, K (nitrogen, phosphorus and potassium), carbohydrates, amino acids and neem extract (*Azadirachta indica*). The experiment was carried out in a greenhouse with 8 treatments (different combinations of application in planting and / or hilling combined or not with abamectin) and 6 repetitions. The experimental plot was a plastic pot with 21 L of autoclaved substrate and a potato plant 'Agata' artificially inoculated with *Meloidogyne incognita*. The results showed the control exercised by the formulated in the different combinations of application, with the exception of the product applied only in the hilling. However, the nematode control did not affect the development of the plants, where there were no statistical differences between treatments for all variables tested.

Keywords: Alternative control, *Meloidogyne incognita*, Biofertilizer, Neem.

INTRODUÇÃO

A cultura da batata, bem como outras solanáceas, como berinjela, jiló, pimenta/pimentão, *Physalis*, tomate etc., são acometidas por numerosas pragas e doenças. Nematoides fitoparasitos do gênero *Meloidogyne*, comumente chamados de nematoides de galha, estão entre elas e

¹ Eng. Agr., Dr., Pesquisador Científico, Instituto Agronômico (IAC/APTA-Campinas)

² Eng. Agr., MS, Gerente de Pesquisa e Desenvolvimento da JUMA-AGRO Ind. Com. Ltda. – Mogi Guaçu (SP)

³ Estagiárias do Instituto Agronômico (IAC/APTA/AS) – Campinas (SP).

ocasionam importantes prejuízos econômicos nessas culturas. No caso específico da batata, cujo produto de comercialização é o tubérculo, onde ocorre o parasitismo e a formação de galhas (chamadas pelos produtores de “pipocas”), o prejuízo é maior, em razão do descarte de parte da produção pelos danos diretos (MUGNIÉRY; PHILLIPS, 2007).

O controle mais utilizado era o químico, inicialmente com fumigantes, depois com inseticidas-nematicidas organofosforados e carbamatos aplicados no momento do plantio. Esses produtos eram muito tóxicos deixando resíduos nos tubérculos, dependendo da dosagem e forma de aplicação (CHARCHAR *et al.* 2003).

A comercialização de muitos deles foi proibida e aliada à pressão dos consumidores por alimentos livres de agrotóxicos, estimulou o desenvolvimento e adoção de métodos de controle alternativos ao químico, como cultural (alqueive, rotação de culturas etc.), biológico (agentes de controle biológico) e genético (SIKORA; ROBERTS, 2018; CARNEIRO *et al.*, 2020; PINHEIRO *et al.*, 2018).

Recentemente, a pesquisa com compostos orgânicos, incluindo nematicidas derivados de plantas, os quais podem atuar sobre nematoides ao mesmo tempo em que fornecem nutrientes às plantas também se desenvolveu consideravelmente (MORAES *et al.*, 2016). Nessa nova linha de pesquisa, a empresa Juma Agro Ind. e Com. Ltda. desenvolveu uma formulação de fertilizante organomineral líquido contendo substâncias húmicas, nutrientes N, P, K (nitrogênio, fósforo e potássio), carboidratos, aminoácidos e extrato de nim (*Azadirachta indica*), o qual em observações visuais de campo indicou possível controle de nematoides (OLIVEIRA, 2018 - comunicação pessoal).

Os principais componentes da matéria orgânica são as substâncias húmicas: ácido húmico, fúlvico e matéria húmica e eles tem potencial para uso agrícola em razão da alta capacidade de troca iônica, além estimular respostas equivalentes aos hormônios vegetais e micro-organismos do solo (GUERRA *et al.*, 2008). As plantas podem absorver N e P de compostos orgânicos solúveis, incluindo aminoácidos, auxinas e giberilinas e vitaminas conforme se processa a decomposição da matéria orgânica (BRADY; WEIL, 2013).

O objetivo do trabalho foi verificar o efeito desse formulado associado ou não com Abamectina sobre o nematoide de galha em plantas de batata.

MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Laboratório de Nematologia do Instituto Agrônomo (IAC – Campinas, SP) no inverno de 2019 em delineamento inteiramente casualizado com 8 tratamentos (Tabela 1) e seis repetições. A parcela foi um vaso plástico com capacidade para 21 L de substrato, preenchidos com uma mistura de solo peneirado + substrato à base de pinus autoclavado por 2 h a 120°C e uma planta de batata ‘Ágata’.

Tabela 1: Tratamentos, doses e época de aplicação.

Tratamento	Dose/ha	Época de aplicação
Com Nema	---	---
Formulado	5 L	plantio
Formulado	5 L	amontoa
Formulado	5 + 5	Plantio + amontoa
Abamectina	3 + 3	Plantio + amontoa
Formulado	5 L	Plantio
Abamectina	3 L + 3 L	Plantio + Amontoa
Formulado	5 L	Amontoa
Abamectina	3 L	Plantio + Amontoa
Formulado	5 L + 5 L	Plantio + Amontoa
Abamectina	3 L + 3 L	Plantio + Amontoa

Duas testemunhas foram utilizadas: inoculada com nematoides e sem aplicação de produtos e a outra com o controle químico Abamex [Abamex (abamectina 1,8%)]. Os tubérculos foram plantados juntamente com a inoculação de 5.000 ovos e eventuais juvenis de segundo estágio de *Meloidogyne incognita* previamente extraídos de raízes de berinjelas ‘Embu’ mantidas em casa de vegetação em populações puras pelo método de Boneti e Ferraz (1981) e a aplicação dos produtos.

As plantas foram irrigadas quando necessário, as temperaturas baixas e altas foram anotadas diariamente e a sanidade das plantas mantidas por meio de aplicação de inseticidas e fungicidas registrados para a cultura, os quais não exercem efeitos sobre os nematoides. A amontoa foi realizada 32 dias após o plantio e a aplicação de produtos conforme Tabela 1.

Setenta dias após o plantio iniciaram-se as avaliações, momento em que as raízes ainda não se desfizeram, contando o número de hastes (NH) das plantas nos vasos. Em seguida, as partes aéreas foram separadas dos sistemas radiculares e suas massas (MFPA) foram estimadas em balança digital. As mesmas foram embaladas em sacos de papel e submetidas à secagem em estufa com circulação de ar a temperatura de 65-70°C pelo período em que a massa seca (MSPA) se apresentou constante. Os tubérculos foram retirados cuidadosamente dos vasos, contados (NT) e as massas totais estimadas (MFT). Os sistemas radiculares foram lavados em água corrente para remover o solo aderente e suas massas frescas (MFR) estimadas. Em seguida foram estimados os

números de galhas (NG) e de massas de ovos (NMO) e processados pelo método de Boneti e Ferraz (1981) para extração dos nematoides (NSR). Nematoides foram extraídos de amostras de 250 cm³ de solo (NS) pelo método de Jenkins (1964). NSR e NS foram estimados em lâmina de Peters em microscópio biológico. Todos os dados foram submetidos à análise estatística aplicando o teste T na análise da variância e o teste de Tukey (5%) para diferenciar as médias dos tratamentos utilizando o programa SISVAR (FERREIRA, 2011).

RESULTADO E DISCUSSÃO

Os resultados referentes à multiplicação dos nematoides encontram-se na Tabela 2. Observa-se que os maiores números de galhas, massas de ovos e nematoides no solo e nas raízes foram obtidos nas plantas tratadas com o formulado somente no momento da amontoa, o qual não diferiu da testemunha. O intuito desse tratamento foi verificar se a população do nematoide seria impedida de crescer no momento de formação dos tubérculos.

Tabela 2: Número de galhas (NG), de massas de ovos (NMO), de nematoides no solo (NS) e nas raízes (NSR) de *Meloidogyne incognita* em batata.

	NG	NMO	NS	NSR
1. Testemunha	12.8 ab	241.3 b	1377.5 b	1258.8 B
2. Fo/pl	0 a	0 a	82.7 a	3.8 A
3. Fo/am	19.8 b	161.5 b	856.8 b	821.3 B
4. Fo/pl e am	0 a	0 a	30.0 a	19.8 A
5. Ab/pl e am	0 a	0.2 a	14.7 a	8.5 A
6. Fo/pl e Ab/pl e am	0 a	0 a	9.5 a	7.0 A
7. Fo/am e Ab/pl e am	0 a	0 a	6.5 a	0 A
8. Fo/pl e am e Ab/pl e am	0 a	0 a	8.7 a	0 A
CV (%)	60.6	38.9	77.7	49.1

Fo: Formulado; pl: plantio; am: amontoa e Ab: Abamectina.

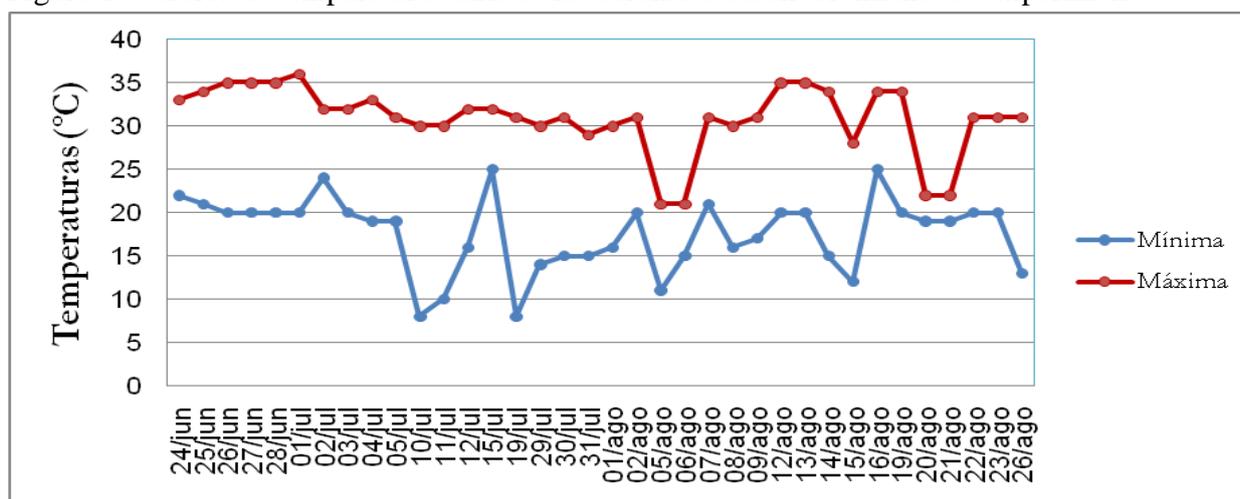
As médias seguidas de letras distintas nas colunas diferem entre si pelo Teste de Tukey (5%);

As médias foram transformadas em raiz quadrada de $x+05$ para a análise, porém os dados apresentados são os originais.

Assim, fica evidenciada a necessidade de medidas supressivas para reduzir altos níveis populacionais no momento do plantio dos tubérculos-semente, estratégia prioritária para diminuir o dano inicial e maximizar a produção (ROBERTS, 1993). Os demais tratamentos foram eficazes, reduzindo drasticamente todas as variáveis testadas, não se observando diferenças estatísticas

entre aplicações somente no plantio ou plantio e amontoa ou entre combinações do formulado e a abamectina. Esses tratamentos diferenciaram-se da testemunha inoculada e do tratamento na amontoa, já referido acima. Entretanto, esse controle do nematoide não repercutiu no desenvolvimento das plantas, onde não se verificaram diferenças estatísticas entre os tratamentos para todas as variáveis testadas (Tabela 3). As temperaturas foram favoráveis ao desenvolvimento dos nematoides durante o período do experimento (Figura 1).

Figura 1: Valores de temperatura baixa e alta durante o desenvolvimento do experimento



Analisando a composição do formulado nos tratamentos sem a abamectina, pode-se inferir que o extrato de nim pode ter sido o principal componente supressor ao nematoide. A eficácia da função inseticida/nematicida de partes da planta de nim e de subprodutos já foi bem documentada na bibliografia científica, além de sua função fertilizante (AKHTAR, 2000; OKA, 2010). Mais de 40 princípios químicos estão associados com o controle, principalmente dentro dos grupos terpenóides, limolóides e flavonóides, mas a azadiráctina é a mais estudada (AKHTAR, 2000). Entretanto, ainda não está clara a base química específica da atividade nematicida. O mecanismo de controle está relacionado com a restrição à penetração da raiz e formação de galhas (CHITWOOD, 2002). Outros componentes que podem ter atuado na supressão ao nematoide verificada nesse trabalho são as substâncias húmicas e os aminoácidos e, em menor grau, os fertilizantes químicos (NPK). Diferentes trabalhos relacionam a supressão dos nematoides por ácidos húmicos e fúlvicos, obtidos a partir de fracionamento de compostos orgânicos, como esterco de galinha ou bovino e também por produtos comerciais em estudos *in vitro* (eclosão e mortalidade) (DIAS; FERRAZ, 2001; RIBEIRO *et al.*, 2002; SOARES *et al.*, 2009). Os aminoácidos podem ter efeito sobre nematoides como atesta o trabalho de Hoque *et al.* (2014), onde testaram 6 aminoácidos e obtiveram controle de *M. javanica* em tomateiros. Aminoácidos oriundos de uma rizobactéria (*Paenibacillus macerans*), provavelmente formados a partir de hidrólise bacteriana de nutrientes protéicos e de fontes comerciais, principalmente L-cisteína,

também tiveram efeito sobre *M. exigua* em estudos *in vitro* e em cafeeiros em vasos (OLIVEIRA *et al.*, 2009). Não há muitos trabalhos relatando o efeito supressor aos nematoides por meio da fertilização inorgânica. Normalmente, o aumento dos níveis de fertilidade do solo pode mascarar os danos e doses altas de nitrogênio são geralmente usados para compensar a redução de produção em áreas infestadas. Entretanto, essa medida pode ter um efeito deletério contrário, porque aumenta a população dos nematoides no solo, o que certamente prejudicará a próxima safra (MUGNIÉRY; PHILLIPS, 2007). No Egito, a combinação de sulfato de amônia (20,5% N), superfosfato (15% de P₂O₅) e sulfato de potássio (48% K₂O) reduziu a população de *M. incognita* em experimento com batata ‘Nicola’ em vaso em doses recomendadas para adubação em cultivo convencional no campo (SHADY *et al.*, 2007). Da mesma forma, Hemmati e Saeedizadeh (2020) verificaram efeito supressivo de adubo comercial à base de fosfato e potássio (sem referência completa do composto inorgânico) em estudos *in vitro* e em vasos em casa de vegetação, onde o fosfato foi tão eficaz quanto o controle químico (cadusafos) na inibição da eclosão dos ovos e causando 100% de mortalidade de juvenis de segundo estágio de *M. javanica* na dose de 16g L⁻¹ de água destilada. Apesar dessas referências demonstrarem efeito supressor dos nematoides por fertilizantes inorgânicos, lavouras de culturas suscetíveis aos nematoides conduzidas por modelos convencionais, onde são fertilizadas com diferentes fórmulas NPK, apresentam altas infestações em áreas contaminadas. O clássico trabalho de Rodríguez-Kabana (1986) menciona quantidades necessárias acima de 150 kg de N ha⁻¹ para suprimir populações de nematoides, o que certamente são fitóxicas. Assim, a combinação das substâncias do formulado apresentam um efeito supressor muito maior do que cada elemento isolado.

Tabela 3: Massas frescas de raízes, tubérculos e parte aérea (MFR, MFT, MFPA) e secas de parte aérea (MSPA), número de hastes (NH) e de tubérculos (NT) de batatas tratadas com formulado e abamectina no controle de *Meloidogyne incognita*.

Tratamento	MFR	MFT	MFPA	MSPA	NH	NT
1. Testemunha	14.8	234.9	143.6	11.5	4.0	9.8
2. Fo/pl	14.2	228.9	131.9	10.5	3.7	11.5
3. Fo/am	15.7	189.2	140.2	12.0	3.3	11.3
4. Fo/pl e am	13.5	248.7	119.9	11.7	3.8	14.2
5. Ab/pl e am	16.3	250.8	139.7	11.1	3.7	13.3
6. Fo/pl e Ab/pl e am	16.6	229.2	138.7	11.8	3.5	12.3
7. Fo/am e Ab/pl e am	16.3	241.1	131.3	10.8	3.7	12.5
8. Fo/pl e am e Ab/pl e am	14.0	229.5	132.9	11.2	3.2	12.5
CV (%)	25.4	19.0	21.0	12.5	34.7	25.0

Fo: Formulado; pl: plantio; am: amontoa e Ab: Abamectina.

As médias nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

CONCLUSÃO

O formulado associado ou não à Abamectina controlou o nematoide de galha quando aplicado no momento do plantio e/ou na amontoa.

REFERÊNCIAS

- AKHTAR, M. Nematicidal potential of the neem tree *Azadirachta indica* (A. Juss). **Integrated Pest Management Reviews**, v.5, p.57–66, 2000.
- BONETI, J.I.S.; FERRAZ, S. Modificação do método de Hussey & Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* de raízes de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v.6, p.553, 1981.
- BRADY, N.C.; WEIL, R.R. **Elementos da natureza e propriedade dos solos**. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 716p.
- CARNEIRO, R.M.D.G.; MONTEIRO, T.S.A.; ECKSTEIN, B.; FREITAS, L.G. Controle de nematoides fitoparasitas. In: FONTES, E.M.G.; VALADARES-INGLIS, M.C. **Controle biológico de pragas da agricultura**. Brasília: Embrapa, 2020. p.371-411.
- CHARCHAR, J. M.; NETO PACCINI, J.; ARAGÃO, F. A. S. Controle químico de *Meloidogyne* spp. em batata. **Nematologia Brasileira**, v. 27, n. 1, p. 35-40, 2003.
- CHITWOOD, D.J. Phytochemical based strategies for nematode control. **Annual Review of Phytopathology**, v.40, p.221-249, 2002.
- DIAS, C.R.; FERRAZ, S. Efeito de frações biodigeridas de esterco de galinha sobre a eclosão e a mortalidade de juvenis de *Heterodera glycines*. **Nematologia Brasileira**, v.25, n.1, p.99-101, 2001.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: um sistema computadorizado de análise estatística. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, p.1039-1042, 2011.
- GUERRA, J. C. M.; SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CAMARGO, F. A. O. Macromoléculas e substâncias húmicas. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. eds. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais & subtropicais**. 2.ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008. p. 19-26.
- HEMMATI, S.; SAEEDIZADEH, A. Root-knot nematode, *Meloidogyne javanica*, in response to soil fertilization. **Brazilian Journal of Biology**, v.80, n.3, p.621-630, 2020.
- HOQUE, A. K. M. A.; BHUIYAN, M. R.; KHAN, M. A. I.; MAHMUD, A.; AHMAD, M. U. Effect of amino acids on root-knot nematode (*Meloidogyne javanica*) infecting tomato plant. **Archives Of Phytopathology And Plant Protection**, v.47, n.16, 1921-1928, 2014.
- JENKINS, W.R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Reporter**, v.48, p.629, 1964.
- MORAES, R.M.; CERDEIRA, A.L.; DUKE, S.O.; DAYAN, F.E.; CANTRELL, C.; QUEIROZ, S.C.N. Pesticidas naturais derivados de plantas: descobertas e usos. In: HALFELD-VIEIRA, B.A.; MARINHO-PRADO, J.S.; NECHET, K.L.; MORANDI, M.A.B.; BETTIOL, W. **Defensivos agrícolas naturais: uso e perspectivas**. Brasília: Embrapa, 2016. p.505-541.

- MUGNIÉRY, D.; PHILLIPS, M.S. The nematodes parasites of potato. In: VREUGDENHIL, D. **Potato Biology and Biotechnology: Advances and Perspectives**. Oxford: Elsevier, 2007. p.569-594.
- OKA, Y. Mechanisms of nematode suppression by organic soil amendments: a review. **Applied Soil Ecology**, v.44, n.2, p.101-115, 2010.
- OLIVEIRA, D.F.; CARVALHO, H.W.P.; NUNES, A.S.; SILVA, G.H.; CAMPOS, V.P. ; JUNIOR, H.M.S.; CAVALHEIRO, A.J. The activity of amino acids produced by *Paenibacillus macerans* and from commercial sources against the root-knot nematode *Meloidogyne exigua*. **European Journal of Plant Pathology**, v.124, p.57–63, 2009.
- PINHEIRO, J.B.; SILVA, G.O.; BISCAIA, D.; MACEDO, A.G.; RAGASSI, C.F.; SANTIAGO, D.C. Reação de genótipos de batata ao nematoide-das-galhas *Meloidogyne* spp. em campos naturalmente infestados. **Revista Latinoamericana de la Papa**, v.22, n.1, p.1- 11, 2018.
- RIBEIRO, R.C.F.; DIAS, C.R.; EZEQUIEL, D.P.; FERRAZ, S. Efeito de frações de esterco de galinha na eclosão de juvenis de segundo estágio de *Meloidogyne exigua*. **Nematologia Brasileira**, v.26, n.2, p.231-235, 2002.
- ROBERTS, P.A. The future of nematology: integration of new and improved management strategies. **Journal of Nematology**, v.25, n.3, p.383-394, 1993.
- RODRÍGUEZ-KÁBANA, R. Organic and inorganic nitrogen amendments to soil as nematode suppressants. **Journal of Nematology**. v.18., n.2 p.129-135, 1986.
- SHADY, A.M.; KHALIL, A.E.; SHAWKY, S.M. Impact of certain mineral fertilizers (NPK) on *Meloidogyne incognita* on potato in Egypt. **African Potato Association Conference Proceedings**, Alex.,Egypt v.7, p.298-304, 2007.
- SIKORA, R.A; ROBERTS, P.A. Management practices: na overview of integrated nematode. In: SIKORA, R.A.; COYNE, D.; HALLMANN, J. TIMPER, P. **Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture**. 3ed. Wallingford: CABI, 2018. p.795-838.
- SOARES, P. L. M.; FERREIRA, R. J.; BARBOSA, B. F. F.; SANTOS, J. M. Efficacy of agrolmin isolated or associated to carbofuran on hatch and mobility of second stage juveniles of *Meloidogyne javanica* *in vitro*. **Nematologia Brasileira**, v.33, n.4, p.429, 2009.