

Efeito nematicida de um subproduto da indústria vinícola em *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood

Nematicide effect of a by-product of the wine industry on *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood

Driéli Aparecida Reiner^{1*}, Rosângela Dallemole-Giaretta¹, Idalmir dos Santos¹, Tatiane Luiza Cadornin Oldoni², Everaldo Antônio Lopes³, Alana Chiarani²

¹ Programa de Pós Graduação em Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Câmpus Pato Branco, Pato Branco, PR, Brasil.

² Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Câmpus Pato Branco, Pato Branco, PR, Brasil.

³ Programa de Pós Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal de Viçosa, Campus de Rio Paranaíba, Rio Paranaíba, MG, Brasil.

*corresponding author: drieliireiner@hotmail.com.br

(Manuscrito recebido em 23.07.2015. Aceite para publicação em 24.03.2016)

RESUMO

Neste estudo avaliou-se o efeito do extrato aquoso do subproduto da indústria vinícola (SIV) sobre a eclosão e mortalidade de juvenis de segundo estágio (J_2) de *Meloidogyne javanica*, e o efeito do SIV incorporado ao solo sobre a eclosão e viabilidade dos J_2 no solo. O extrato aquoso do SIV reduziu a eclosão e matou os J_2 de *M. javanica* e, quando incorporado ao solo, o resíduo orgânico reduziu a eclosão e viabilidade dos J_2 do nemátode. Ácido gálico, ácido cafeico, ácido ferúlico, ácido *p*-cumárico e *trans*-resveratrol foram os compostos fenólicos identificados no extrato aquoso do SIV por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC). O subproduto da indústria vinícola possui ação nematicida contra *M. javanica* e é possível que a aplicação desse resíduo no solo possa ser uma estratégia adicional para o controle do patógeno.

SUMMARY

In this study it was assessed the effect of the aqueous extract of the wine industry by-product (BWI) on the hatching and mortality of second-stage juveniles (J_2) of *Meloidogyne javanica*, and the effect of soil amendment with BWI on the hatching and the viability of J_2 in the soil was assessed. The aqueous extract of BWI and soil amending with BWI reduced the hatching and killed the J_2 of *M. javanica*. Gallic acid, caffeic acid, ferulic acid, *p*-coumaric acid and *trans*-resveratrol were the phenolic compounds identified in the aqueous extract of BWI by high-performance liquid chromatography (HPLC). The by-product of the wine industry has nematicide effect against *M. javanica* and it is likely that the application of the organic amendment into the soil may be an additional strategy for the management of the pathogen.

Palavras-chave: compostos fenólicos, nemátode-das-galhas-radiculares, resíduo agroindustrial, matéria orgânica.

Key words: phenolic compounds, root-knot nematode, agroindustrial residue, organic matter.

INTRODUÇÃO

As plantas produzem vários compostos nematicidas durante o seu metabolismo secundário, como glucosinolatos, limonóides, flavonóides, ácidos fenólicos, taninos e proteínas (Chitwood, 2002; Mbaveng *et al.*, 2014). Essas substâncias podem ser purificadas ou aplicadas no solo na forma de extratos como estratégias adicionais para o controle de nemátodes fitoparasitas. Os extratos aquosos de *Amaranthus spinosus* Linn, *Ocimum sanctum* L. e *Zanthoxylum alatum* Roxb., por exemplo, inibem a eclosão e matam juvenis do segundo estágio (J_2) de *Meloidogyne incognita* (Kofoid e White) Chitwood (Archana e Saxena, 2012; Mukhtar *et al.*, 2013).

A incorporação de resíduos vegetais em áreas infestadas com nemátodes também pode levar à liberação de compostos tóxicos para o patógeno, além de contribuir para a melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo (Oka, 2010; Collange *et al.*, 2011). Resíduos agroindustriais, esterco de animais, biomassa vegetal e compostos orgânicos são exemplos de fontes de matéria orgânica com potencial para aplicação no solo para o controle de nemátodes (Oka *et al.*, 2007; Ferraz *et al.*, 2010; Collange *et al.*, 2011; Tabarant *et al.*, 2011).

Os subprodutos sólidos da indústria do vinho são ricos em nutrientes e substâncias bioativas, principalmente fenóis (Arvanitoyannis *et al.*, 2006;

Makris *et al.*, 2007; Silván *et al.*, 2013; Barcia *et al.*, 2014; Brahim *et al.*, 2014). Assim, é possível que esses resíduos agroindustriais possam controlar nemátodes fitoparasitas, como demonstrado em alguns poucos estudos sobre o assunto (Oka e Yermiyahu, 2002; Nico *et al.*, 2004). Considerando a disponibilidade desse resíduo na região Sul do Brasil e a escassez de estudos visando o uso dessa matéria orgânica no controle de nemátodes, avaliou-se neste trabalho o efeito nematicida do subproduto da indústria vinícola sobre *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood e caracterizou-se quimicamente o extrato aquoso preparado a partir desse resíduo.

MATERIAIS E MÉTODOS

Subproduto da indústria vinícola

O subproduto da indústria vinícola foi recolhido do processo de produção do vinho, logo após a separação do suco das uvas das variedades 'Niágara Branca' e 'Niágara Rosada', de uma propriedade rural no município de Mariópolis, Paraná, Brasil. O resíduo foi seco ao sol, até massa constante, moído em triturador forrageiro equipado com peneira de 3 mm (Modelo TRF 650), acondicionado em sacos de plástico de cor preta e armazenado em local seco e no escuro, para posterior utilização. O subproduto tinha 2,50% de N; 0,52% de P; 1,74% de K; 0,21% de Ca²⁺; 0,12% de Mg²⁺; 0,13 mg/kg de S; 64 mg/kg de Zn; 1005 mg/kg de Fe; 39 mg/kg de Mn; 32 mg/kg de Cu; 36,3 mg/kg de B; e relação C:N de 16,5.

Efeito nematicida do extrato aquoso do subproduto da indústria vinícola

Para a preparação do extrato aquoso foram colocados 30 g do resíduo e 70 ml de água destilada em um frasco tipo Erlenmeyer de 200 ml de capacidade, vedado com papel-alumínio e deixado em repouso durante 24 h, no escuro, à temperatura ambiente de 24 °C. Posteriormente, o extrato vegetal foi filtrado em camada dupla de gaze e, em seguida, utilizado nos ensaios de eclosão e mortalidade dos J₂ de *M. javanica*.

Os ensaios para avaliar a ação do extrato sobre a eclosão foram realizados em duas etapas. O extrato foi colocado em tubos do tipo Eppendorf de 1,5 mL contendo uma suspensão aquosa com 100 ovos de *M. javanica*. O volume total nos tubos foi de 1 mL. Na primeira etapa, o extrato foi colocado nas concentrações de 0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; e 2,5%; enquanto na segunda foi de 0; 5,0; 10,0; 15,0; 20,0; e 25,0%. Após 15 dias de armazenamento dos tubos a 26 °C no escuro, o número de J₂ eclodidos e de ovos remanescentes foi quantificado em câmara de Peters

sob microscópio óptico, com aumento de 40 vezes. A percentagem de eclosão de J₂ foi estimada pela fórmula: Percentagem de eclosão = [número de J₂/(número de J₂ + número de ovos)] x 100. Os ensaios foram conduzidos duas vezes e em delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições.

A avaliação do efeito dos extratos do subproduto sobre a mortalidade de juvenis de *M. javanica* também foi realizada com uso de tubos do tipo eppendorf de 1,5 mL e volume total igual ao ensaio anterior. Cem J₂ de *M. javanica* foram adicionados por tubo. Os nemátodes foram obtidos a partir de ovos extraídos de raízes de tomateiro pelo método de (Hussey e Barker, 1973), modificado por Boneti e Ferraz (1981), que foram usados para o preparo do funil de Baermann modificado (Christie e Perry, 1951). Os nemátodes eclodidos nas primeiras 24 h foram descartados, para eliminar os indivíduos mais velhos e com menor mobilidade e incluir apenas juvenis com aproximadamente a mesma idade no experimento. Os juvenis coletados nas 24 h seguintes foram colocados nos tubos contendo o extrato aquoso do subproduto nas concentrações de 0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; e 2,5%. Os tubos foram mantidos a 26 °C por 48 h no escuro, quando o número de J₂ ativos e inativos foi avaliado (Chen e Dickson, 2000). A mortalidade dos J₂ foi estimada de acordo com a fórmula: Mortalidade J₂ (%) = [número de J₂ mortos/número total de J₂ (vivos e mortos)] x 100. O ensaio foi conduzido duas vezes em delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições.

Efeito nematicida da incorporação do subproduto da indústria vinícola ao solo

Avaliou-se o efeito da incorporação do subproduto da indústria vinícola ao solo sobre a eclosão e a viabilidade de J₂ de *M. javanica*. O resíduo foi incorporado nas doses 0; 2,5; 5,0; 7,5; e 10,0 g/kg de solo no primeiro ensaio e de 0; 15,0; 20,0; 25,0; e 30,0 g/kg de solo no segundo.

Para isso, potes de polipropileno transparentes com capacidade de 300 mL foram preenchidos com 50 g de mistura de solo e areia, na proporção 2:1 (v/v), previamente esterilizada em autoclave por 1 hora a 121 °C, a 1 atm. O subproduto foi incorporado ao solo e, logo após, o substrato de cada pote foi infestado com 1 ml de suspensão aquosa contendo 1.500 ovos de *M. javanica*. Em seguida, a humidade dessa mistura foi ajustada, adicionando-se 15 mL de água destilada em cada pote. Posteriormente, os potes foram fechados e armazenados em câmara de crescimento no escuro a 26 °C por 15 dias. Os J₂ foram extraídos do solo pela técnica do funil de Baermann modificado (Christie e Perry, 1951), em

colheitas realizadas em quatro dias consecutivos e quantificados em câmara de Peters ao microscópio óptico com aumento de 40 vezes. Os ensaios foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições.

Análise de compostos fenólicos por cromatografia líquida de alta eficiência (“high performance liquid chromatography” HPLC) do extrato aquoso do subproduto da indústria vinícola.

O extrato aquoso do subproduto usado para análise de compostos fenólicos por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) foi preparado de forma similar ao descrito anteriormente, exceto pelo uso de 10 g de subproduto e 90 mL de água destilada.

Dez microlitros do extrato foram injetados em um sistema de cromatografia líquida (Varian 920-LC), acoplado a um detector de arranjo de fotodiodos (PDA). A coluna analítica utilizada foi de fase reversa

C-18 (250 mm x 4,6 mm, 5 µm, Varian), mantida a 30 °C. A fase móvel utilizada foi uma mistura de água (solvente A) e metanol (solvente B), ambos acidificados com ácido acético a 0,1%, com eluição em modo gradiente. O gradiente iniciou com 5% de B até 7% de B em 7 minutos, 20% de B em 15 minutos, 50% de B em 30 minutos, 90% de B em 50 minutos e 5% de B em 55 minutos, mantendo a condição inicial por mais 10 minutos, numa vazão de 1 mL por minuto. Os compostos foram identificados por comparação do tempo de retenção com padrões autênticos e pelo espectro de absorção na região ultravioleta nos comprimentos de onda 272, 313 e 360 nm, utilizando os recursos do PDA. A quantificação foi realizada utilizando padronização externa, com padrões autênticos de ácido ferúlico, ácido gálico, ácido vanílico, ácido cafeico, ácido cumárico e *trans*-resveratrol, em concentrações que variaram de 0,5 a 7,5 µg/mL (Quadro I). As análises foram realizadas em triplicado.

QUADRO I

Perfil cromatográfico dos compostos fenólicos do extrato aquoso do subproduto da indústria vinícola analisados por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC)

Chromatographic profile of phenolic compounds in the aqueous extract of by-product of the wine industry analyzed by high-performance liquid chromatography (HPLC)

Composto fenólico	TR (min)	Bandas UV (nm)	Equação de regressão	LD	LQ	Concentração (µg/g ± DP)
Ácido gálico	8,6	272,0	Y = -0,017 + 0,313X R ² = 0,996	0,10	0,34	134,70 ± 4,52
Ácido vanílico	24,3	260,3	Y = 0,023 + 0,263X R ² = 0,998	0,81	2,72	n.d
Ácido cafeico	24,6	323,0	Y = -0,001 + 0,691X R ² = 0,997	0,03	0,11	6,82 ± 1,60
Ácido cumárico	28,7	309,0	Y = -0,360 + 0,540X R ² = 0,999	0,02	0,08	6,20 ± 0,13
Ácido ferúlico	29,5	322,0	Y = 0,007 + 0,657X R ² = 0,999	0,10	0,36	2,79 ± 0,70
<i>trans</i> -resveratrol	32,8	308,0	Y = 0,018 + 0,702X R ² = 0,817	0,05	0,16	5,09 ± 0,50

TR - tempo de retenção; LD - limite de detecção; LQ - limite de quantificação; n.d. - não detetado; DP - desvio padrão.

Os valores de limite de detecção (LD) e limite de quantificação (LQ) foram obtidos utilizando-se dados da equação da curva de calibração (ICH, 1998). A determinação dos respectivos limites foi realizada a partir do desvio-padrão do intercepto e do declive da curva de calibração, como ilustrado nas equações LD = 3.s/b e LQ = 10.s/b, em que s = desvio-padrão do intercepto da curva de calibração; e b = inclinação da curva de calibração.

Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (p = 0,05). Os dados quantitativos foram analisados por meio de análise de regressão polinomial e o efeito do extrato sobre a eclosão de J₂ do nemátode foi analisado por meio do intervalo de confiança a 95%, uma vez que os dados não tinham distribuição normal.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todas as concentrações do extrato aquoso do subproduto da indústria vinícola (0,5 a 25%) reduziram a eclosão de J₂ de *M. javanica* (Quadros II e III). No primeiro ensaio, o extrato aquoso do subproduto da indústria vinícola nas concentrações de 0,5 e 1,0% reduziu a taxa de eclosão dos J₂ de *M. javanica* em 88 e 68%, respectivamente. Nas concentrações acima de 1,5%, a inibição da eclosão foi superior a 94% (Quadro II). No segundo ensaio, o extrato reduziu em mais de 99% a eclosão do nemátode nas concentrações de 0,5 a 2,5% (Quadro II). Nas concentrações de 10,0 a 25,0% do extrato aquoso, a redução da eclosão atingiu de até 100% em ambos os ensaios (Quadro III).

QUADRO II

Efeito de diferentes concentrações de extrato aquoso do subproduto da indústria vinícola sobre a eclosão de juvenis de segundo estágio de *M. javanica* após a incubação por 15 dias no escuro a 26 °C

Effect of different concentrations of the aqueous extract of the by-product of the wine industry on hatching of 2nd stage juveniles of M. javanica after incubation for 15 days in the dark at 26 °C

Concentrações (%)	Eclosão (%)	
	Ensaio 1	Ensaio 2
0,00 (Testemunha)	38,83 (± 68,18)	83,83 (± 89,28)
0,50	4,45 (± 8,26)	0,63 (± 2,26)
1,00	12,27 (± 18,27)	0,00 (± 0,00)
1,50	1,22 (± 3,20)	0,00 (± 0,00)
2,00	1,99 (± 5,29)	0,54 (± 1,93)
2,50	0,00 (± 0,00)	0,00 (± 0,00)

Médias de cinco repetições. ± IC - Intervalo de confiança de 95%.

QUADRO III

Efeito de diferentes concentrações de extrato aquoso do subproduto da indústria vinícola sobre a eclosão de juvenis de segundo estágio de *M. javanica* após a incubação por 15 dias no escuro a 26 °C

Effect of different concentrations of the aqueous extract of the by-product of the wine industry on hatching of 2nd stage juveniles of M. javanica after incubation for 15 days in the dark at 26 °C

Concentrações (%)	Eclosão (%)	
	Ensaio 1	Ensaio 2
00,00 (Testemunha)	44,96 (± 76,93)	26,09 (± 35,84)
10,00	0,00 (± 0,00)	0,00 (± 0,00)
15,00	0,00 (± 0,00)	0,00 (± 0,00)
20,00	0,00 (± 0,00)	0,00 (± 0,00)
25,00	0,00 (± 0,00)	0,00 (± 0,00)

Médias de cinco repetições. ± IC = Intervalo de confiança de 95%.

O extrato aquoso do subproduto da indústria vinícola matou J₂ de *M. javanica* em ambos os ensaios nas

concentrações de 0,5 a 2,5%. A mortalidade de juvenis variou entre 29 a 64% (Figura 1).

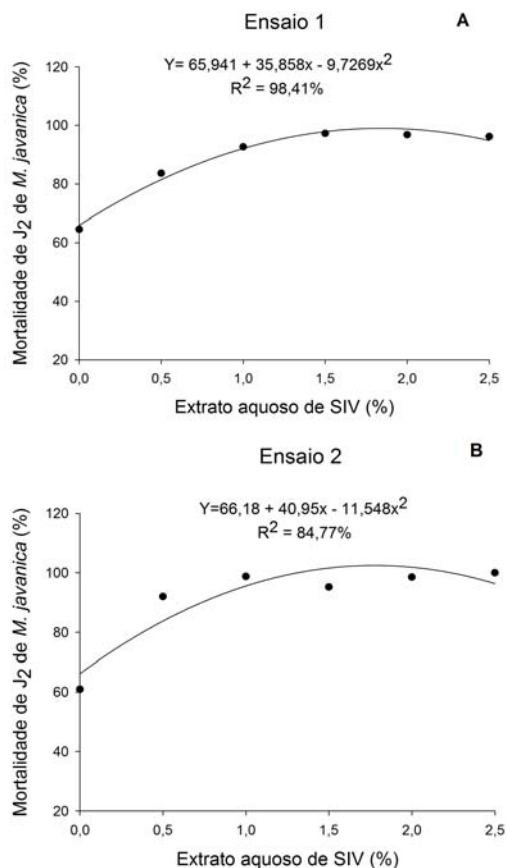


Figura 1. Efeito de concentrações de extrato aquoso de subproduto da indústria vinícola (SIV) sobre a mortalidade de juvenis de segundo estágio (J₂) de *M. javanica* após a incubação por 48 horas no escuro a 26 °C. Ensaio 1 (A) e Ensaio 2 (B).

Effect of concentrations of the aqueous extract of the by-product of the wine industry (BWI) on mortality of 2nd stage juveniles (J₂) of M. javanica after incubation for 48 hours in the dark at 26 °C. Assay 1 (A) and Assay 2 (B).

A incorporação do subproduto ao solo não reduziu a eclosão e a viabilidade dos J₂ de *M. javanica*, quando aplicado nas doses de 2,5 a 10,0 g/kg de solo no primeiro ensaio (dados não apresentados). No segundo ensaio, a redução na eclosão e viabilidade dos juvenis foi proporcional ao aumento das doses do subproduto da indústria vinícola (Figura 2). A máxima redução foi de 85% ao incorporar 30 g do resíduo por kg de solo.

Os compostos fenólicos identificados no extrato aquoso do subproduto da indústria vinícola foram o ácido gálico, ácido cafeico, ácido ferúlico, ácido *p*-cumárico e o estilbeno *trans*-resveratrol (Quadro I,

Figura 3). O ácido gálico foi o composto com maior concentração no extrato (Figura 3).

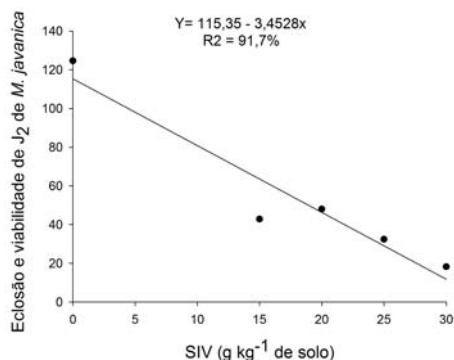


Figura 2. Número de juvenis de segundo estágio (J₂) de *M. javanica* eclodidos e viáveis após incubação por 15 dias em solo com diferentes doses de subproduto da indústria vinícola (SIV).

Number of 2nd stage juveniles (J₂) of M. javanica hatched and viable after incubation for 15 days in soil with different doses of the by-product of the wine industry (BWI).

Todos os compostos identificados e quantificados ficaram dentro dos seus respectivos limites de identificação (LD) e quantificação (LQ). Curvas-padrão com cinco pontos (0,5 µg/g; 1,0 µg/g; 2,5 µg/g; 5 µg/g e 7,5 µg/g) foram geradas para cada composto fenólico e apresentaram-se lineares na faixa estudada.

O subproduto da indústria vinícola possui ação nematicida contra *M. javanica* e é possível que a aplicação desse resíduo no solo possa ser uma estratégia adicional para o controle do patógeno. A caracterização química dos extratos revelou a presença de ácido gálico, ácido cafeico, ácido ferúlico, ácido p-cumárico e o estilbeno *trans*-resveratrol e tais substâncias poderão ter sido responsáveis por inibir a eclosão e matar os juvenis do nemátode. O ácido gálico foi o composto com maior concentração na amostra analisada (134,70 ± 4,52 µg/g), sendo, possivelmente, o principal responsável pelo efeito supressor contra *M. javanica*.

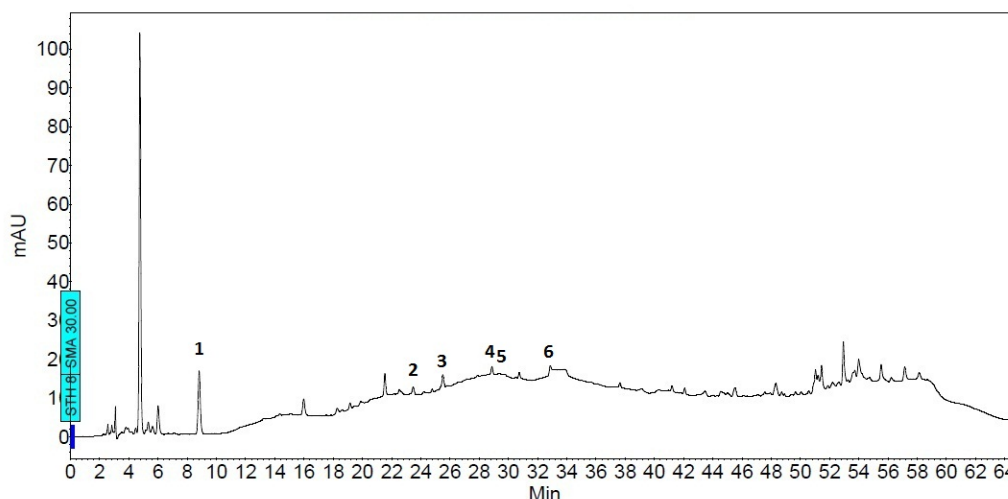


Figura 3. Cromatograma dos compostos fenólicos identificados no extrato aquoso do subproduto da indústria vinícola. 1 - Ácido gálico; 2 - Ácido vanílico; 3 - Ácido cafeico; 4 - Ácido cumárico; 5 - Ácido ferúlico; 6 - *trans*-resveratrol.

Chromatogram of phenolic compounds identified in the aqueous extract of by-product of the wine industry. 1 - Gallic acid; 2 - Vanillic acid; 3 - Caffeic acid; 4 - Coumaric acid; 5 - Ferulic acid; 6 - trans-resveratrol.

A atividade tóxica dessa substância já foi demonstrada contra *M. incognita* (Nguyen *et al.*, 2013a) e *Fusarium solani* (Mart.) Sacc. (Nguyen *et al.*, 2013b). Os ácidos cafeico, cumárico e ferúlico, encontrados no extrato aquoso de folhas secas e frescas de *Eucalyptus citrodora* Hook, também possuem efeito contra *M. incognita* (El-Rokiek e El-Nagdi, 2011). Embora não haja relatos sobre o efeito nematicida do *trans*-resveratrol, esse composto possui

propriedades antimicrobianas, antioxidantes e anticancerígenas (Jang *et al.*, 1997; Paulo *et al.*, 2011). Assim, e atendendo às diversas substâncias bioativas encontradas em bagaço de uva (Rubilar *et al.*, 2007; Rockenbach *et al.*, 2008; Yi *et al.*, 2009; Melo *et al.*, 2011; Farias-Campomanes *et al.*, 2013), são necessários estudos posteriores para comprovar qual ou quais dessas substâncias possuem ação nematicida.

É possível que as substâncias fenólicas encontradas no subproduto da indústria vinícola possam ter causado alterações estruturais ou mesmo rompimento da casca do ovo de *M. javanica*, inibindo a eclosão dos juvenis, fato já constatado em trabalhos com *M. incognita* (Nguyen *et al.*, 2013a). Os compostos fenólicos também podem ter atuado causando danos no corpo do patógeno (Aoudia *et al.*, 2012), resultando na sua morte. A ação sobre os ovos e os juvenis das substâncias presentes nos resíduos é importante do ponto de vista do controle dos nemátodes, uma vez que as formas de sobrevivência (ovos) e infecciosa (juvenis) do patógeno são inibidas.

O subproduto da indústria vinícola usado neste trabalho tinha 2,5% de N e relação C/N de 16,5/1. Assim, a produção de amônia nematotóxica durante a decomposição dos resíduos no solo também ajudaria a explicar a ação do produto contra *M. javanica* (Rodríguez-Kábana *et al.*, 1987; Ferraz *et al.*, 2010). Os nutrientes do resíduo podem não ter apresentado

ação negativa direta sobre a atividade dos nemátodes, mas podem contribuir para a nutrição das plantas, tornando-as mais tolerantes ao ataque do patógeno, além de favorecer o aumento da atividade microbiana no solo.

CONCLUSÕES

O extrato aquoso do subproduto da indústria vinícola reduziu a eclosão e promoveu a mortalidade dos J₂ de *M. javanica*.

O subproduto da indústria vinícola incorporado ao solo, nas doses a partir de 15 g/kg de solo reduziram a eclosão e a viabilidade dos J₂ de *M. javanica*.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa à primeira autora.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aoudia H., Ntalli N., Aissani N., Yahiaoui-Zaidi R., Caboni P., 2012. Nematotoxic phenolic compounds from *Melia azedarach* against *Meloidogyne incognita*. *J. Agric. Food Chem.*, **60**, 11675-11680.
- Archana B., Saxena R., 2012. Nematicidal effect of root extract of certain medicinal plants in control of J₂ of *Meloidogyne incognita* in vitro and in vivo conditions. *Pak. J. Nematol.*, **30**, 179-187.
- Arvanitoyannis I.S., Ladas D., Mavromatis A., 2006. Wine waste treatment methodology. *Int. J. Food Sci. Technol.*, **41**, 1117-1151.
- Barcia T.M., Pertuzatti B.P., Gómez-Alonso S., Godoy T.H., Hermosín-Gutiérrez I., 2014. Phenolic composition of grape and winemaking by-products of Brazilian hybrid cultivars BRS Violeta and BRS Lorena. *Food Chem.*, **159**, 95-105.
- Brahim M., Gambier F., Brosse N., 2014. Optimization of polyphenols extraction from grape residues in water medium. *Ind. Crop. Prod.*, **52**, 18-22.
- Boneti J.I.S., Ferraz S., 1981. Modificação do método de Hussey e Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* de raízes de cafeeiro. *Fitopatol. Brasileira.*, **6**, 553.
- Chen S.Y., Dickson D.W., 2000. A technique for determining live second-stage juveniles of *Heterodera glycines*. *J. Nematol.*, **32**, 117-121.
- Chitwood D.J., 2002. Phytochemical based strategies for nematode control. *Annu. Rev. Phytopathol.*, **40**, 221-249.
- Christie J.R., Perry V.G., 1951. Removing nematodes from soil. *Proc. Helminthol. Soc. Washington.*, **18**, 106-108.
- Collange B., Navarrete M., Peyre G., Mateille T., Tchamitchian M., 2011. Root-knot nematode (*Meloidogyne*) management in vegetable crop production: The challenge of an agronomic system analysis. *Crop Prot.*, **30**, 1251-1262.
- El-Rokiek G.K., El-Nagdi M.W., 2011. Dual effects of leaf extracts of *Eucalyptus citriodora* on controlling purslane and root-knot nematode in sunflower. *J. Plant Prot. Res.*, **51**, 121-129.
- Farias-Campomanes A.M., Rostagno M.A., Meireles M.A.A., 2013. Production of polyphenol extracts from grape bagasse using supercritical fluids: Yield, extract composition and economic evaluation. *J. of Supercritical Fluids*, **77**, 70-78.
- Ferraz S., Freitas L.G., Lopes E.A., Dias-Arieira C.R., 2010. *Manejo sustentável de fitonematoides*. 306 p. UFV, Viçosa.
- Hussey R.S., Barker K.R., 1973. A comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp., including a new technique. *Plant Dis. Rep.*, **57**, 1025-1028.
- ICH, 1998. Validation of analytical procedures: Methodology. ICH harmonized tripartite guideline. <<http://www.hc-sc.gc.ca/hpb-dgps/therapeut/>> Acesso em 15 de fevereiro de 2015.
- Jang M., Cai L., Udeani G.O., Slowing K.V., Thomas C.F., Beecher C.W., Fong H.H., Farnsworth N.R., Kinghorn A.D., Mehta R.G., Moon R.C., Pezzuto J.M., 1997. Cancer chemopreventive activity of resveratrol, a natural product derived from grapes. *Sci.*, **275**, 218-220.
- Makris P.D., Boskou G., Andrikopoulos K.N., 2007. Polyphenolic content and in vitro antioxidant characteristics of wine industry and other agri-food solid waste extracts. *J. Food Compos. Anal.*, **20**, 125-132.
- Mbaveng T.A., Zhao Q., Kuete V., 2014. Harmful and protective effects of phenolic compounds from African medicinal plants. In *Toxicological Survey of African Medicinal Plants*. 577-609. Kuete V. (ed.), Elsevier.
- Melo P.S., Bergamaschi K.B., Tiveron A.P., Massarioli A.P., Oldoni T.L.C., Zanús M.C., Pereira G.E., Alencar S.M., 2011. Composição fenólica e atividade antioxidante de resíduos agroindustriais. *Ciênc. Rural*, **41**, 1088-1093.
- Mukhtar T., Kayani Z.M., Hussain A.M., 2013. Nematicidal activities of *Cannabis sativa* L. and *Zanthoxylum alatum* Roxb. against *Meloidogyne incognita*. *Ind. Crop. Prod.*, **42**, 447-453.

- Nguyen D.M.C., Seo D.J., Lee H.B., Kim S., Kim K.Y., Park R.D., Jung W.J., 2013b. Antifungal activity of gallic acid purified from *Terminalia nigrovenulosa* bark against *Fusarium solani*. *Microb. Pathogen.*, **56**, 8-15.
- Nguyen D.M.C., Seo D.J., Nguyen V.N., Kim K.Y., Park R.D., Jung W.J., 2013a. Nematicidal activity of gallic acid purified from *Terminalia nigrovenulosa* bark against the root-knot nematode *Meloidogyne incognita*. *Nematol.*, **15**, 507-518.
- Nico A.I., Jiménez-Díaz R.M., Castillo P., 2004. Control of root-knot nematodes by composted agroindustrial wastes in potting mixtures. *Crop Prot.*, **23**, 581-587.
- Oka Y., 2010. Mechanisms of nematode suppression by organic soil amendments - A review. *Appl. Soil Ecol.*, **44**, 101-115.
- Oka, Y., Yermiyahu U., 2002. Suppressive effects of composts against the root-knot nematode *Meloidogyne javanica* on tomato. *Nematol.*, **4**, 891-898.
- Oka Y., Shapira N., Fine P., 2007. Control of root-knot nematodes in organic farming systems by organic amendments and soil solarization. *Crop Prot.*, **26**, 1556-1565.
- Paulo L., Oleastro M., Gallardo E., Queiroz J.A., Domingues F., 2011. Anti-*Helicobacter pylori* and urease inhibitory activities of resveratrol and red wine. *Food Res. Int.*, **44**, 964-969.
- Rockenbach I.I., Silva G.L., Rodrigues E., Kuskoski E.M., Fett R., 2008. Influência do solvente no conteúdo total de polifenóis, antocianinas e atividade antioxidante de extratos de bagaço de uva (*Vitis vinifera*) variedades Tannat e Ancelota. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, **28**, 238-244.
- Rodríguez-Kábana R., Morgan-Jones G., Chet I., 1987. Biological control of nematodes: Soil amendments and microbial antagonists. *Plant Soil*, **100**, 237-247.
- Rubilar M., Pinelo M., Shene C., Sineiro J., Nuñez M.J., 2007. Separation and HPLC-MS identification of phenolic antioxidants from agricultural residues: almond hulls and grape pomace. *J. Agric. Food Chem.*, **55**, 10101-10109.
- Silván J.M., Mingo E., Hidalgo M., Pascual-Teresa S., Carrascosa A.V., Martínez-Rodríguez A.J., 2013. Antibacterial activity of a grape seed extract and its fractions against *Campylobacter* spp. *Food Control*, **29**, 25-31.
- Tabarant P., Villenave C., Risede J.M., Roger-Estrade J., Thuries L., Dorela M., 2011. Effects of four organic amendments on banana parasitic nematodes and soil nematode communities. *Appl. Soil Ecol.*, **49**, 59-67.
- Yi C., Shi J., Kramer J., Xue S., Jiang Y., Zhang M., Ma Y., Pohorly J., 2009. Fatty acid composition and phenolic antioxidants of winemaking pomace powder. *Food Chem.*, **114**, 570-576.