

Extratos Vegetais e Herbicida Glifosato no Controle, Desenvolvimento Embrionário e Eclosão de *Meloidogyne javanica* em Soja

Plant Extracts and Glyphosate Herbicide in the Control, Embryonic Development and Hatching of *Meloidogyne javanica* in Soybean

Luanna Karoline Rinaldi^{*a}; José Barbosa Duarte Júnior^b; José Renato Stangarlin^b; Danielle Mattei^b; Willian Bosquette Rosa^b; Ivonei Perego^b

^aUniversidade Estadual de Maringá, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Agronomia. PR, Brasil.

^bUniversidade Estadual do Oeste do Paraná, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Agronomia. PR, Brasil.

*E-mail: lu.rinaldi@hotmail.com

Resumo

Nematóides do gênero *Meloidogyne* são responsáveis por significativas perdas na produção agrícola. Para amenizar estas perdas, a busca por medidas de controle tem sido estimulada. Foram realizados ensaio *in vivo*, no qual se objetivou avaliar o efeito da pulverização de extratos aquosos foliares de *Brassica napus* L., *Crotalaria juncea* L., *Brachiaria decumbes* L., *Helianthus annuus* L., *Triticum aestivum* L. e *Lupinus albus* L., associados ou não com a aplicação de glifosato em soja inoculada com *Meloidogyne javanica*, utilizando água como testemunha. Plantas foram induzidas pela aplicação de 20 mL dos extratos ou com adição de 0,72 mL i.a. de Atanor® 48 em 100 mL de extrato para os tratamentos com herbicida, e inoculado 1.400 ovos/J2 de *M. javanica* por planta. Aos 60 dias foi avaliado o número total de nematóides, o fator de reprodução (FR) e o número de galhas. Realizou-se, também, ensaio *in vitro* para avaliar o efeito dos extratos, associados ou não ao glifosato, sobre a eclosão do nematóide. Placas de Petri foram preparadas com 9 mL dos extratos e suspensão com 900 ovos/J2 de *M. javanica*. Após 15 dias foram avaliadas a eclosão e o desenvolvimento embrionário. A aplicação do glifosato inibiu a eclosão em todos os tratamentos e retardou o desenvolvimento embrionário, o extrato de trigo obteve o melhor resultado, apresentando 0% de eclosão. No experimento *in vivo* o extrato de *Crotalaria juncea* apresentou redução no número total de nematóides e também o menor FR, demonstrando potencial no controle de *M. javanica* em soja.

Palavras-chave: Nematóide das Galhas. Controle Alternativo. *Glycine max* (L.).

Abstract

Nematodes of the genus Meloidogyne are responsible for significant losses in agricultural production. To mitigate these losses, the search for control measures has been encouraged. In vivo tests were carried out, which aimed to evaluate the effect of spraying aqueous leaf extracts of Brassica napus L., Crotalaria juncea L., Brachiaria decumbes L., Helianthus annuus L., Triticum aestivum L. and Lupinus albus L., associated or not with the glyphosate application in soybean inoculated with Meloidogyne javanica, using water as a control. Plants were induced by the application of 20 ml of the extracts or with the addition of 0.72 ml a.i. of Atanor® 48 in 100 ml of extract for treatments with herbicide, and 1,400 eggs/J2 of M. javanica were inoculated per plant. At 60 days, the total number of nematodes, the reproduction factor (FR) and the number of galls were evaluated. In vitro test was also carried out to evaluate the extracts effect, associated or not with glyphosate, on the nematode hatching. Petri dishes were prepared with 9 mL of the extracts and a suspension with 900 eggs / J2 of M. javanica. After 15 days, hatching and embryonic development were evaluated. The glyphosate application inhibited hatching in all the treatments and delayed embryonic development, wheat extract had the best result, presenting 0% hatching. In the in vivo experiment, Crotalaria juncea L. extract showed a reduction in the total number of nematodes and also the lowest RF, showing potential in controlling M. javanica in soybeans.

Keywords: Nematode of Galls. Alternative Control. *Glycine Max* (L.).

1 Introdução

O nematóide formador de galhas *Meloidogyne* spp. é considerado cosmopolita com habilidade de adaptação e ao parasitismo em mais de 3000 espécies de plantas, o qual gera perdas significativas na agricultura (OLIVEIRA *et al.*, 2016). Embora sejam bem conhecidas medidas consideradas eficientes na redução populacional deste nematóide, sabe-se que uma vez presente na área, deve-se manejar para que as populações não cheguem a níveis, que causem queda na produtividade de grãos (EMBRAPA, 2008).

Medidas alternativas de controle têm sido executados com a finalidade de reduzir as populações de nematóides abaixo do limiar de danos econômicos, usando de maneira conjunta e

isolada os nematicidas, a rotação de culturas, o revolvimento do solo, uso de variedades resistentes e a incorporação de matéria orgânica (BARROS *et al.*, 2000). Há relatos na literatura comprovando o efeito antagonista de diferentes espécies de plantas, que são capazes de promover a redução e a multiplicação de nematóides fitopatogênicos seja pela sua ação direta e/ou indireta (MELLO *et al.*, 2006) com a utilização de extratos vegetais (COSTA *et al.*, 2000) e óleos essenciais (LEELA *et al.*, 1992).

Não só como nematicida os extratos vegetais podem controlar nematóides, mas também por outros mecanismos de proteção às plantas que podem estar envolvidos (FALASCA *et al.*, 2010). A maior parte dos nematóides tem como local

principal para abrigo e sustento, a raiz, local este protegido do contato ou da aplicação de produtos nematicidas. Diante disso, produtos com potencial para indução de resistência podem favorecer o manejo destes organismos, por permitirem que as respostas de defesa da planta se manifestem exatamente no local da infecção (SALGADO; SILVA, 2005).

Além dos fitonematoides outro fator que participa da redução no rendimento das culturas são as plantas invasoras, alguns cuidados devem ser tomados no momento da realização do seu controle, pois os herbicidas podem influenciar o desenvolvimento de doenças. Depois do herbicida ser absorvido pela planta e atuar em seu local primário de ação, vários eventos bioquímicos e fisiológicos relacionados ocorrem sequencialmente (DEVINE *et al.*, 1993). Alguns desses efeitos podem interferir nas reações das plantas ao ataque de patógenos, com influências tanto positivas quanto negativas na severidade de doenças e na indução à síntese de fitoalexinas (DEVINE *et al.*, 1993).

Indiretamente, o controle químico das plantas daninhas por meio de herbicidas pode reduzir a densidade populacional dos nematoides, pois são utilizados na eliminação das plantas invasoras, que são hospedeiras alternativas desses parasitas. Estes produtos podem inibir a eclosão dos ovos, restringir a migração de juvenis e inibir o desenvolvimento dos parasitas dentro das raízes das plantas hospedeiras (EMBRAPA, 2008). A ação de produtos fitossanitários sobre os nematoides pode variar em função da espécie e raça do parasita, com a natureza química do produto, bem como com a concentração utilizada.

Neste contexto, o presente estudo objetivou avaliar o efeito de extratos aquosos de *Brassica napus* L. (canola), *Crotalaria juncea* L. (crotalária), *Brachiaria decumbes* L. (braquiária), *Helianthus annuus* L. (girassol), *Triticum aestivum* L. (trigo) e *Lupinus albus* L. (tremoço), associados ao herbicida glifosato, sobre o desenvolvimento embrionário, a eclosão de *Meloidogyne javanica* e o seu controle na cultura da soja.

2 Material e Métodos

2.1 Características gerais dos experimentos

Os experimentos foram desenvolvidos em casa de vegetação e laboratório sob coordenadas geográficas 24°33'28" S, 54°02'44" W, 496 metros e 24°33'25" S, 54°02'58" W, 592 metros, respectivamente. Para tais, utilizou-se delineamento inteiramente casualizado (DIC) com quatro repetições por tratamento, sendo realizado esquema fatorial 7x2 (extratos aquosos e testemunha x herbicida). Neste o primeiro fator se constituiu dos tratamentos à base de extratos aquosos de canola, de crotalária, de braquiária, de girassol, de trigo, de tremoço e água (testemunha). O segundo fator se constituiu da utilização do herbicida glifosato [50 G (3 L ha⁻¹)] ou não, associado aos extratos.

Para obtenção dos extratos foram semeados cinco vasos de cada espécie vegetal, cujos extratos foram avaliados. Após 60 dias da semeadura, fase vegetativa, foi realizada a

retirada do material vegetal, coletando apenas a parte aérea das plantas. Estas foram lavadas, pesadas e trituradas em liquidificador na proporção de 20 g de material vegetal para 80 mL de água, obtendo-se assim os extratos brutos. Estes foram diluídos a 5% e, posteriormente, filtrados em filtro a vácuo. Para os tratamentos com herbicida, misturou-se 0,72 mL de ingrediente ativo (i.a.) de Atanor® 48 em 100 mL de extrato, o qual foi utilizado logo após o preparo.

O inóculo utilizado foi obtido de população pura de *M. javanica*, mantida em tomateiros (*Lycopersicon esculentum*), cultivar Santa Clara, sob casa de vegetação durante 60 dias. Para a extração dos ovos e juvenis do nematoide, as raízes foram submetidas à metodologia proposta por Hussey e Barker (1973), modificada por Boneti e Ferraz (1981). Após a extração, os nematoides foram quantificados sob microscópio óptico, em câmara de Peters.

2.2 Extratos vegetais e herbicida glifosato no controle de *M. javanica* em soja

O experimento foi conduzido entre março e maio de 2017. As unidades experimentais foram constituídas de vasos de poliestireno contendo 2 L do substrato solo: areia na proporção 1:2, previamente autoclavado (120 °C 1 h⁻¹), utilizando a soja cv. CD202.

Logo, após o preparo do solo foi realizada a semeadura da soja. A inoculação foi realizada após sete dias da semeadura, inoculando-se 2 mL da suspensão com 1.400 ovos e J2 por planta. Para isso, foram abertos dois orifícios com 4 cm de profundidade, adicionado 1 mL da suspensão em cada orifício. Os tratamentos foram aplicados 15 dias após a emergência (estágio v2). Pulverizou-se 20 mL dos extratos vegetais com ou sem glifosato em cada planta. Para o controle negativo as plantas inoculadas houve a aplicação somente de água e para o controle positivo a aplicação de glifosato, sem aplicação dos extratos.

Após 45 dias da inoculação, as plantas foram coletadas e a parte aérea separada do sistema radicular. O sistema radicular foi cuidadosamente lavado e colocado sobre papel absorvente para eliminação do excesso de água. Em seguida, determinou-se o índice de galhas (TAYLOR; SASSER, 1978) e após o processo de extração de nematoides mencionado anteriormente, avaliou-se o número total de nematoides no sistema radicular. Por fim, determinou-se o fator de reprodução (FR= Pf/Pi) de acordo com Oostenbrink (1966).

2.3 Extratos vegetais e herbicida glifosato no desenvolvimento embrionário e eclosão de juvenis de *M. javanica*

O ensaio foi realizado em agosto de 2017, no qual uma suspensão de *M. javanica* foi calibrada para 900 ovos mL⁻¹. Em cada unidade experimental (placas de Petri), foram adicionados 1 mL da suspensão e 9 mL dos tratamentos: extratos (com ou sem glifosato). A água foi utilizada como testemunha.

As placas foram mantidas em incubadora do tipo BOD, a 27 °C, por 15 dias, sendo agitadas diariamente. Com auxílio de microscópio óptico e câmara de Peters foi realizada a análise do desenvolvimento embrionário classificando os ovos como unicelulares= fase A, bicelulares= fase B, tetracelulares= fase C, multicelulares= fase D e ovos com juvenil formado= fase E (DEVINE *et al.*, 1993) e, também, a contagem de juvenis eclodidos e ovos remanescentes, calculando-se a porcentagem de eclosão.

2.4 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos aos testes de normalidade e homogeneidade, seguido da análise de variância. Mediante a significância dos dados pelo teste F, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), utilizando-se o programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011).

3 Resultados e Discussão

3.1 Extratos vegetais e herbicida glifosato no controle de *M. javanica* em soja

Houve redução do número total de nematoides em função dos extratos foliares utilizados com ou sem glifosato. O maior controle ocorreu quando se utilizou o extrato de crotalária, com redução de 63% no número total de nematoides em relação à testemunha, mostrando o potencial do extrato no controle de *M. javanica* (Tabela 1). Não houve diferença entre a utilização ou não de glifosato, independente do extrato (Tabela 1).

No Quadro 1, também é apresentado o fator de reprodução de *M. javanica* após a aplicação dos tratamentos extratos foliares vegetais com e sem o uso de glifosato. Observou-se que todos os extratos estudados apresentaram o fator de reprodução superiores a 1,0, ou seja, houve aumento da reprodução do nematoide, porém foram menores que a testemunha. Entre os extratos estudados, o extrato de crotalária apresentou o menor FR (3,4).

Quadro 1 - Número total de *M. javanica* em raízes de soja após aplicação dos extratos foliares e fator de reprodução de *M. javanica* para cada tratamento (FR)

Tratamentos (5%)	Nº Total de <i>M. javanica</i>	FR
Canola	7.420 ab	5,3
Crotalária	4.799 b	3,4
Trigo	8.149 ab	5,8
Braquiária	8.173 ab	5,8
Tremoço	11.473 ab	8,1
Girassol	6.614 ab	4,7
Testemunha	13.026 a	9,3
CV (%)	52,00	

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Fonte: dados da pesquisa.

Em estudo com a incorporação de *C. juncea* e *C. spectabilis* ao solo, Santos *et al.* (2009), tiveram como resultado, controle de 96,65% e 98,44% sobre a população

de nematoides fitopatogênicos do gênero *Meloidogyne*, atribuindo essa efetividade a produção de toxinas por todas as partes da planta.

Borges *et al.* (2013) testaram o extrato aquoso de crotalaria, a incorporação de folhas de crotalaria ao solo, e aplicação de extrato de crotalaria via foliar sobre o manejo de *M. incognita* em feijoeiro e observaram reduções de 47,5, 42,8 e 38,7% no seu controle, respectivamente. Corroborando com este trabalho, no qual o extrato de crotalária apresentou maior redução do número total de *M. javanica* em soja (Quadro 1).

Debiasi *et al.* (2016) avaliando *P. brachyurus*, observaram que a semeadura na entressafra com *C. spectabilis* não multiplicava o nematoide, que levou à redução das populações e os danos causados pelo nematoide à soja. Resultados semelhantes também foram observados sobre a diminuição da população final de *T. tuxaua* pela utilização de subprodutos de espécies botânicas como crotalária, em experimentos a campo houve diminuição de 56% e em vasos 62,5% (FURLANETTO *et al.*, 2008). De acordo com Fassuliotis e Skucas (1969), a monocrotalina, um alcaloide de pirrolizidina isolado de *C. spectabilis*, alterou o movimento dos juvenis *M. incognita* *in vitro* reduziu, significativamente, a infestação de tomateiros.

Folhas e as sementes de crotalária apresentam, em sua composição, o alcaloide pirrolizidínico denominado 'monocrotalina' (JOHNSON *et al.*, 1975). Esse composto é altamente tóxico a vertebrados e apresenta potencial nematicida (WANG *et al.*, 2002). Potencial comprovado no presente trabalho, no qual o extrato de crotalária diminuiu o número de nematoides total em soja (Quadro 1).

Nos ensaios realizados, neste trabalho, não foram observados efeitos significativos do herbicida glifosato sobre a densidade populacional de *M. javanica*. Levene *et al.* (1998), estudando uso de diferentes manejos herbicídicos em cultivares de soja sobre nematoide do cisto constataram que os tratamentos reduziram a reprodução do nematoide, apenas quando aplicados à soja e não teve efeito na reprodução do nematoide, quando aplicado diretamente no solo.

Esperava-se que o herbicida glifosato influenciasse a população de nematoides, em função de seu mecanismo de ação sobre a planta, bloqueando a rota do ácido shiquímico, por meio da inibição da enzima 5-enolpiruvilshiquimato 3-fosfato sintase (EPSPsintase). Weaver e Herrmann (1997) afirmam que a inibição desta enzima reduz a disponibilidade de aminoácidos aromáticos (triptofano, fenilalanina e tirosina) e ocasiona a formação de ácido cinâmico e seus derivados, inibindo, desse modo, a produção de ácidos hidroxifenólicos, flavonoides e de compostos fenólicos mais complexos, como a lignina. Porém, esse efeito não foi observado no presente trabalho, isso pode ser em função da baixa concentração do produto utilizado nos tratamentos.

Em estudo realizado para conhecer a reprodução de *M. javanica*, Asmus e Andrade (2001) puderam observar que as culturas de guandu, guandu-anão e crotalária se comportaram como resistentes a *M. javanica* e como tal devem ser

priorizadas para uso em sucessão a soja em áreas infestadas pelo nematoide. Resultados que se assemelham ao presente trabalho, para *M. javanica*, pois o menor fator de reprodução foi observado para o extrato de crotalária.

O resultado da ação dos extratos foliares sobre o número de galhas causadas por *M. javanica* estão apresentados no Quadro 2. Todos os extratos diminuíram o número de galhas em relação à testemunha, podendo-se observar eficiência na redução do número de galhas após aplicação dos extratos estudados.

Quadro 2 - Número de galhas de *M. javanica* em raízes de soja após aplicação de extratos foliares vegetais

Tratamentos (5%)	Nº de galhas
Canola	118 b
Crotalária	118 b
Braquiária	124 b
Girassol	152 b
Trigo	123 b
Tremoço	154 b
Testemunha	231 a
CV (%)	28,92

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de significância.

Fonte: dados da pesquisa.

Borges *et al.* (2013) testaram o uso de alguns produtos como terbufós, aplicação de *Trichoderma* ao solo ou incorporação de crotalária ao solo, observaram que o número de galhas causadas

Quadro 3 - Número de ovos unicelulares, tetracelulares, multicelulares e número de juvenis desenvolvidos para o tratamento com e sem glifosato

	Unicelulares (%)	Tetracelulares (%)	Multicelulares (%)	Ovos com J2 (%)
C/ Glifosato	70 a	5 ^{ns}	17 a	6 b
S/ Glifosato	32 b	4	2 b	65 a
CV (%)	29,1	53,0	68,0	31,6

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si a nível de 5% de probabilidade. ns= não significativo.

Fonte: dados da pesquisa.

O Quadro 4 apresenta o resultado dos ovos bicelulares, na qual os tratamentos com extratos e glifosato não tiveram diferenças estatísticas para o número de ovos bicelulares, somente houve diferença para o fator sem glifosato. Pode-se observar que o extrato com maior número de ovos bicelulares foi o extrato de tremoço sem glifosato.

Quadro 4 - Número de ovos bicelulares para os tratamentos com e sem glifosato e extratos avaliados

Tratamentos (5%)	Ovos bicelulares (%)	
	Com Glifosato	Sem Glifosato
Braquiária	0,0 bA	14,0 aA
Crotalária	0,0 aA	0,0 aB
Canola	0,0 aA	0,0 aB
Girassol	0,0 aA	0,0 aB
Trigo	0,0 aA	0,0 aB
Tremoço	0,0 aA	3,6 aB
Testemunha	0,0 aA	0,0 aB
CV (%)	34,6	

Médias das quatro repetições. Médias seguidas da mesma letra na maiúscula na coluna, e minúscula na mesma linha, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Fonte: dados da pesquisa.

por *M. incognita* foi reduzido em 91%, 67,3% e 76,1% respectivamente (BORGES *et al.*, 2013). A utilização do extrato aquoso de *Brassica napus* L. (canola) levou à mortalidade de 92,8% de juvenis de segundo estágio de *M. incognita* (KUHN *et al.*, 2015). Lewis e Papaviza (1971) atribuem o controle de patógenos de plantas a produção de compostos sulfurosos, os glucosinolatos que têm sido identificados em tecidos de plantas, incluindo os isocianatos. Espécies de brassicas, como *B. napus*, possuem em sua constituição o alil isotiocianato que tem sido relatado no controle de nematoides. Neste trabalho, os extratos de crotalária e canola, também tiveram bons resultados, apresentando o menor número de galhas (118) causadas por *M. javanica*.

3.2 Extratos vegetais e herbicida glifosato no desenvolvimento embrionário e eclosão de *M. javanica* em soja

Para o desenvolvimento embrionário de *M. javanica* se observou que o fator com glifosato apresentou maior número de ovos unicelulares e multicelulares desenvolvidos, já o maior número de ovos com juvenis foi observado quando não se utilizou glifosato (Quadro 3). De acordo com a ANAVA, os dados de ovos tetracelulares não tiveram diferenças estatísticas para nenhum dos fatores (extratos e glifosato) e nem para a interação entre os fatores (Quadro 3).

Nos ovos de fitonematoides ocorre a multiplicação celular, formação e organização dos tecidos, desenvolvimento embrionário passando por alguns períodos: o período de mórula, blástula e gástrula, formando o juvenil do primeiro estágio que após a primeira ecdisse passa a juvenil do segundo estágio (J2) (CAMPOS *et al.*, 2002). Ainda, dentro do ovo, vários fatores abióticos como temperatura, umidade e substâncias tóxicas ou biocidas, podem influenciar nesse desenvolvimento, bem como a sobrevivência e a eclosão de J2 de espécies de *Meloidogyne* (LEE; ATKINSON, 1977).

Extratos vegetais, além de biodegradáveis, são também utilizados como biocidas, pois apresentam grande diversidade de constituintes químicos e podem apresentar amplo modo de ação sobre os micro-organismos. Várias substâncias como alcaloides, ácidos graxos, isotiocianatos, glicosídeos acianogênicos, terpenoides, compostos fenólicos presentes nas espécies vegetais podem atuar diretamente sobre os mais variados patógenos vegetais (CHITWOOD, 2002).

Salgado e Campos (2003) e Costa *et al.* (2016) afirmam que substâncias fenólicas (eugenol) e glicosídicas (ricina)

demonstram potencial nematicida e podem afetar todas as fases anteriores ao desenvolvimento embrionário, que corresponde à eclosão dos ovos as trocas de cutícula.

Situação semelhante foi relatada por Salgado e Campos (2003), quando verificaram no probiótico (Controlmix®), que a eclosão de J2 de *M. exigua* ocorreu somente nos primeiros quatro dias de incubação dos ovos, possivelmente, já continham o juvenil desenvolvido. Os demais materiais testados apresentaram algum efeito tóxico a *M. exigua*. Provavelmente, estes extratos contêm substâncias diferentes ativamente envolvidas na mortalidade e na inibição da eclosão, ou ainda que, as diferentes fases envolvidas no processo de eclosão, como o desenvolvimento embrionário (CAMPOS *et al.*, 2002) podem estar sendo diferentemente afetados pelas substâncias e suas concentrações nos extratos.

Resultados deste trabalho condizem com o trabalho citado anteriormente, pois os dados de ovos unicelulares tiveram maior número com a utilização do herbicida glifosato. Isso quer dizer que, os ovos apresentaram algum efeito tóxico pela aplicação do herbicida, retardando seu desenvolvimento, permanecendo na primeira fase do desenvolvimento embrionário.

A eclosão de juvenis de *M. javanica* foi inibida por todos os extratos foliares testados quando se utilizou glifosato. Para os extratos foliares sem a utilização de glifosato não houve diferença. Porém o extrato de trigo não apresentou eclosão de ovos de *M. javanica* (0%). A testemunha apresentou eclosão de apenas 10,59%. Considerando esse o valor máximo de eclosão (100%) a proporção de eclosão em relação à testemunha foi de 77,24%; 57,88%; 37,49%; 30,69%; 13,60% e 0% de eclosão, respectivamente para os extratos de canola, crotalária, braquiária, girassol, tremoço e trigo. Quando se utilizou o herbicida glifosato houve a inibição da eclosão de 100% em todos os tratamentos testados (Quadro 5).

Quadro 5 - Efeito dos extratos vegetais e herbicida glifosato sobre a eclosão de juvenis de segundo estágio de *Meloidogyne javanica*

Tratamentos (5%)	J2 eclodidos (%)	
	Com Glifosato	Sem Glifosato
Braquiária	0,0 bA	4,0 aBCD
Crotalária	0,0 bA	6,1 aABC
Canola	0,0 bA	8,1 aAB
Girassol	0,0 aA	3,2 aBCD
Trigo	0,0 aA	0,0 aD
Tremoço	0,0 aA	1,4 aCD
Testemunha	0,0 aA	10,6 aA
CV(%)	33,16	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem. Estatisticamente entre si em nível de 5% de probabilidade de erro.

Fonte: dados da pesquisa.

Riboldi *et al.* (2013), quando estudou o efeito de herbicidas dessecantes e o glifosato sobre as comunidades de nematoides na cultura da soja *in vivo*, observou que a população de *Meloidogyne* sp. não sofreu acréscimo populacional

significativo. Corroborando com este artigo, no qual no teste de eclosão *in vitro* não apresentou eclosão de *M. javanica* quando se utilizou glifosato.

Os herbicidas são aplicados em lavouras com o objetivo de eliminar as plantas daninhas, nas quais os efeitos sobre a cultura, muitas vezes, não são perceptíveis ou não são amplamente considerados. Relatos de alguns autores afirmam que pode haver diferentes efeitos fisiológicos secundários induzidos por herbicidas (LYDON; DUKE, 1989, DEVINE *et al.*, 1993).

Os resultados deste trabalho tiveram efeito positivo na inibição da eclosão, já que não foi observada a eclosão de *M. javanica* (0%) quando se utilizou o herbicida glifosato, provavelmente, este resultado ocorre, pois no teste *in vitro* estudou o efeito direto do herbicida aplicado sobre os ovos de *M. javanica*, tendo efeito maior do que aplicação via solo.

Corroborando com Mioranza *et al.* (2016), que estudaram o extrato de cúrcuma e concluíram que o mesmo possui atividade nematicida, mostrando melhores resultados a partir da concentração de 10%, afetando a sobrevivência de *M. incognita* que estavam em contato direto com o extrato.

Em trabalho no qual estudou a variação da temperatura em três profundidades no solo, em áreas sob cobertura (palha) e cultivo do trigo, na sobrevivência de *M. javanica* Soto *et al.*, (2015) concluiu que, o tratamento com a cultura do trigo, reduziu a densidade populacional de J2 e ovos/200 cm³ ao longo do perfil do solo.

Em outro estudo no qual a utilização de práticas culturais combinadas com pousio e cultivos de feijão (*Phaseolus aureus*), sesbania (*Sesbania* sp.), cravo (*Tagetes* sp.), trigo e cevada mostrou ser efetiva na diminuição da população de *Rotylenchulus reniformis* sem aumentar a população de *Meloidogyne* sp. e *Tylenchorhynchus brassicae* (Linford 1938). Trabalhos que corroboram com o presente estudo no qual quando aplicado extrato foliar de trigo não houve eclosão de juvenis de *M. javanica in vitro* (0%).

A presença de substâncias de diferentes grupos químicos em extratos ou óleos essenciais podem, efetivamente, atuar de forma sinérgica sobre nematoides, com ruptura de membranas ou afetando o sistema nervoso ou serem catalisadoras de reação adversas aos nematoides, desde o início do desenvolvimento embrionário até a eclosão do J2. Isso poderia explicar a ausência de eclosão e, ou, a mortalidade dos juvenis (SALGADO; CAMPOS, 2003).

Atualmente, os herbicidas são amplamente utilizados na cultura da soja, principalmente, o glifosato, utilizado em todo o mundo e em áreas infestadas por toda a ordem de nematoides (NOEL; WAX, 2009). No presente trabalho não foram encontrados efeitos consistentes do herbicida sobre as populações do nematoide, somente sobre efeito direto na eclosão de juvenis de *M. javanica*.

Em casos nos quais não seja necessária a aplicação de grandes volumes do extrato de vegetais brutos, o seu uso no

manejo de fitonematoides em relação aos produtos sintéticos ou purificados pode resultar em benefícios econômicos e apresentar boa eficiência em reduzir a população de fitonematoides (CHITWOOD, 2002).

4 Conclusão

A utilização do extrato de crotalária mostrou potencial no controle de *M. javanica*, pois reduziu o número de nematoides total e também apresentou o menor FR. O extrato de trigo foi eficiente somente na redução da eclosão de *M. javanica*. Quanto ao uso do herbicida glifosato, observou-se que o mesmo influencia no desenvolvimento embrionário do nematoide retardando-o e inibindo a eclosão dos juvenis.

Referências

SMUS, G.L.; ANDRADE, P.J.M. Reprodução do nematoide das galhas (*Meloidogyne javanica*) em algumas plantas alternativas para uso em sucessão à cultura da soja. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2001.

BARROS, A.C.B.; MOURA, R.M.; PEDROSA, E.M.R. Aplicação de terbufós no controle de *Meloidogyne incognita* raça 1 e *Pratylenchus zeae* em cinco variedades de cana-de-açúcar no Nordeste. *Nematol. Bras.*, v.24, n.1, p.73-78, 2000.

BONETI, J.I.S.; FERRAZ, S. Modificação do método de Hussey e Barker para a extração de ovos de *Meloidogyne exigua* em cafeeiro. *Fitopatol. Bras.*, v.6, n.3, p.553, 1981.

BORGES, E.G. *et al.* Manejo alternativo de nematoides de galha (*Meloidogyne incognita*) em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*). *Rev. Sci. Agrar. Paran.*, v.12, p.425-433, 2013. doi: 10.18188/sap.v12i0.9573.

CAMPOS, V.P. *et al.* Manejo de doenças causadas por nematoides em fruteiras. In: ZAMBOLM, L. *Manejo integrado: fruteiras tropicais-doenças e pragas*. Viçosa: UFV, 2002.

CHITWOOD, D.J. Phytochemical based strategies for nematode control. *Annu. Rev. Phytopathol.*, v.40, p.221-49, 2002. doi: 10.1146/annurev.phyto.40.032602.130045.

COSTA, M.J.N. *et al.* Patogenicidade e reprodução de *Meloidogyne incognita* em tomateiros (*Lycopersicon esculentum*) com aplicação de filtrados fúngicos ou extratos de plantas e de esterco animais. *Nematol. Bras.*, v.24, n.2, p.219-226, 2000.

COSTA, B.O.G.; OLIVEIRA, M.U.; SENÔ, K.C.A. Efeito do extrato aquoso de hortelã e camará no desenvolvimento do tomateiro infestado por *Meloidogyne javanica*. *Nucleus*, v.13, n.1, p.15-24, 2016. doi: 10.3738/1982.2278.1478.

DEBIASI, H. *et al.* Práticas culturais na entressafra da soja para o controle de *Pratylenchus brachyurus*. *Pesq. agropec. bras.*, v.51, n.10, p.1720-1728, 2016. doi: 10.1590/S0100-204X2016001000003.

DEVINE, M.; DUKE, S.O.; FEDTKE, C. Oxygen toxicity and herbicidal action; Secondary physiological effects of herbicides. *Physiol. Herbicide Action*, v.9, p.177-188, 1993.

DONG-JUN, S. *et al.* Chitosane cinnamon beads enhance suppressive activity against *Rhizoctonia solani* and *Meloidogyne incognita* in vitro. *Microb. Pathog.*, v.66, p.44-47, 2014. doi: 10.1016/j.micpath.2013.12.007.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Tecnologias de produção de soja: região Central do Brasil - 2009 e 2010. Londrina: Embrapa Soja, 2008.

FASSULIOTIS, G.; S KUCAS, G.P. The effect of pyrrolizidine alkaloid ester and plants containing pyrrolizidineon *Meloidogyne incognita*acrita. *J. Nematol.* v.1, p.287-288, 1969.

FALASCA, S.L. *et al.* *Crambe abyssinica*: an almost unknown crop with a promissory future to produce biodiesel in Argentina. *Int. J. Hydrog. Energy*, v.35, p.5808-5812, 2010. doi: 10.1016/j.ijhydene.2010.02.095.

FERREIRA, D.F. SISVAR: Sistemas de análises estatísticas. Lavras: UFLA, 2011.

FURLANETTO *et al.* Reação de adubos verdes de verão ao nematoide *Tubixaba tuxaua*. *Trop. Plant Pathol.*, v.33, n.6, p.403-408, 2008. doi: 10.1590/S1982-56762008000600001.

HUSSEY, R.S.; BARKER, K.R. A comparison of methods for collecting inocula of *Meloidogyne* spp. including a new technique. *Plant Dis. Reporter*, v.57, n.12, p.1025-1028, 1973.

JOHNSON, A.W.; DOWLER, C.C.; HAUSER, E.W. Crop rotation and herbicide effects on population densities of plant-parasitic nematodes. *J. Nematol.*, v.7, n.2, p.158-168, 1975.

KUHN, P.R. *et al.* Extratos aquosos de plantas daninhas, aromáticas e oleaginosas no controle de *Meloidogyne incognita*. *Nematropica*, v.45, p.150-157, 2015.

LEE, D.L.; ATKINSON, H.J. Physiology of nematodes. New York: Columbia University, 1977.

LEELA, N.K. *et al.* Nematicidal activity of essential oils of *Pelargonium graveolens* against the root-knot nematode *Meloidogyne incognita*. *Nematol. Mediterr.*, v.20, n.1, p.57-58, 1992.

LEVENE, C.B.; OWEN, M. D.K.; TYLKA, G.L. Response of soybean cyst nematodes and soybeans (*Glycine max*) to herbicides. *Weed Sci.*, v.46, p.264-270, 1998. doi: 10.1017/S0043174500090512.

LEWIS, J.A.; G.C. PAPAVIDAS. Effect of sulfurcontaining volatile compounds and vapors from cabbage decomposition on *Aphanomyces euteiches*. *Phytopathol.*, v.61, p.208-214, 1971. doi: 10.1094/Phyto-61-208.

LINFORD, M.B.; YAP, F.; OLIVEIRA, J.M. Reduction of soil populations of the root-knot nematode during decomposition of the organic matter. *Soil Sci.*, v.45, p.127-141, 1938.

LI, J.; XU, H. Bioactive compounds from the bark of *Eucalyptus exserta* F. Muell. *Indus. Crops Prod.*, v.40, p.302-306, 2012. doi: 10.1016/j.indcrop.2012.03.032

LYDON, J.; DUKE, S.O. Pesticide effects on secondary metabolism of higher plants. *Pestic. Sci.*, v.25, n.4, p.361-373, 1989. doi: 10.1002/ps.2780250406

MELLO, A.F.S.; MACHADO, A.C.Z.; INOMOTO, M.M. Potencial de controle da erva-de-Santa-Maria sobre *Pratylenchus brachyurus*. *Fitopatol. Bras.*, v.31, n.5, p.513-516, 2006. doi: 10.1590/S0100-41582006000500013.

MIORANZA, T.M. *et al.* Potencial nematicida e nematostático do extrato de *Curcuma longa* sobre *Meloidogyne incognita*. *Rev. Ciênc. Agroamb.* v.14, n.1, p.104-109, 2016.

NOEL, G.R.; WAX, L.M. *Heterodera glycines* population development on soybean treated with glyphosate. *Nematropica*, v.39, n.2, p.247-253, 2009.

OLIVEIRA, C.M.G.; SANTOS, M.A.; CASTRO, L.H.S. Diagnose de fitonematoides. Campinas: Millennium, 2016.

OOSTENBRINK, R. Major characteristics of the relation between nematodes and plants. *Mededeelingen der Landbouw-Hoogeschool*, v.66, p.1-46, 1966.

- RIBOLDI, L.B.; AGUILLERA, M.M.; MONQUERO, P.A. Efeito da aplicação de herbicidas dessecantes na soja sobre as populações de nematoides no solo. *Semina: Ciênc. Agrár.*, v.34, n.6, p.3577-3584, 2013. doi: 10.5433/1679-0359.2013v34n6Supl1p3577.
- SALGADO, S.M.L.; CAMPOS, V.P. Ecloração e mortalidade de *Meloidogyne exigua* em extratos e em produtos naturais. *Fitopatol. Bras.*, v.28 p.166-170, 2003. doi: 10.1590/S0100-41582003000200008.
- SALGADO, S.M.L.; SILVA, L.H.C.P. Potencial da indução de resistência no controle de fitonematoides. In: CAVALCANTI, L.S. *et al.* Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos. Piracicaba: FEALQ, 2005.
- SANTOS, E.S. *et al.* Produtividade e controle de nematoides do inhame com plantas antagonicas e resíduos orgânicos. *Tecnol. Ciênc. Agropec.*, v.3, n.2, p.7-13, 2009.
- SOTO, R.V.D. *et al.* Influência da temperatura na sobrevivência de *Meloidogyne javanica* em diferentes profundidades no solo sob palha e cultivo de trigo no Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, Londrina, 2015, p.95.
- TAYLOR, A.L.; SASSER, J.N. Biology, identification and control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* species). Raleigh: International Meloidogyne Project, 1978.
- WANG, K.H.; SIPES, B.S.; SCHMITT, D.P. Crotalaria as a cover crop for nematode management: a review. *Nematropica*, v.32, n.1, p.35-57, 2002.
- WEAVER, L.M.; HERRMANN, K.M. Dynamics of the shikimate pathway in plants. *Trends Plant Sci.*, v.2, n.9, p.346-351, 1997. doi: 10.1016/S1360-1385(97)84622-5.