

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON

LUANNA KAROLINE RINALDI

**EXTRATOS AQUOSOS DE DIFERENTES CULTURAS E HERBICIDA GLIFOSATO
SOBRE A ECLOSÃO, DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO E CONTROLE DE
Meloidogyne javanica EM SOJA**

MARECHAL CÂNDIDO RONDON - PARANÁ

2018

LUANNA KAROLINE RINALDI

**EXTRATOS AQUOSOS DE DIFERENTES CULTURAS E HERBICIDA GLIFOSATO
SOBRE A ECLOSÃO, DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO E CONTROLE DE
Meloidogyne javanica EM SOJA**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Dr. José Barbosa Duarte Júnior

Coorientador: Dr. José Renato Stangarlin

MARECHAL CÂNDIDO RONDON - PARANÁ

2018

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

R578e

Rinaldi, Luanna Karoline

Extratos aquosos de diferentes culturas e herbicida glifosato sobre a eclosão, desenvolvimento embrionário e controle de *Meloidogyne javanica* em soja. /Luanna Karoline Rinaldi. Marechal Cândido Rondon, 2018. 65 f.

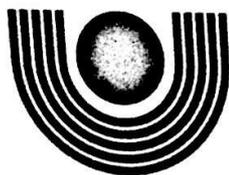
Orientador: Prof. Dr. José Barbosa Duarte Júnior

Coorientador: Prof. Dr. José Renato Stangarlin

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná,
Campus de Marechal Cândido Rondon, 2018
Programa de Pós-Graduação em Agronomia

1. Soja. 2. Soja – Controle alternativo. 3. Fitopatologia. I. Duarte Júnior, José Barbosa. II. Stangarlin, José Renato. III. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. IV. Título.

CDD 20.ed. 633.34
CIP-NBR 12899



unioeste

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Campus de Marechal Cândido Rondon - CNPJ 78680337/0003-46

Rua Pernambuco, 1777 - Centro - Cx. P. 91 - <http://www.unioeste.br>

Fone: (45) 3284-7878 - Fax: (45) 3284-7879 - CEP 85960-000

Marechal Cândido Rondon - PR.



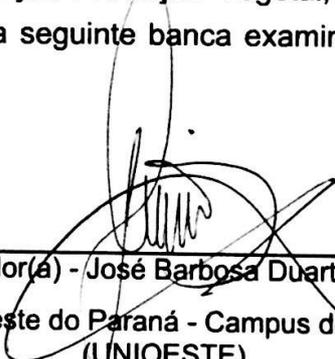
PARANÁ

GOVERNO DO ESTADO

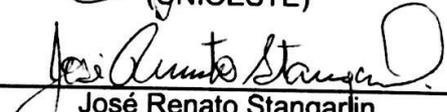
LUANNA KAROLINE RINALDI

Extratos aquosos de diferentes culturas e herbicida glifosato sobre a eclosão, desenvolvimento embrionário e controle de *Meloidogyne javanica* em soja.

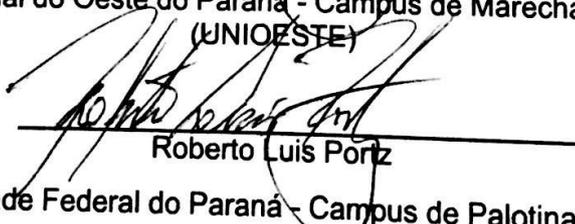
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestra em Agronomia, área de concentração Produção Vegetal, linha de pesquisa Manejo de Culturas, APROVADO(A) pela seguinte banca examinadora:


Orientador(a) - José Barbosa Duarte Júnior

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Marechal Cândido Rondon
(UNIOESTE)


José Renato Stangarin

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Marechal Cândido Rondon
(UNIOESTE)


Roberto Luis Portz

Universidade Federal do Paraná - Campus de Palotina (UFPR)

Marechal Cândido Rondon, 27 de fevereiro de 2018

*Aos meus pais Clair e Marcia, e
a minha irmã Ana Julia.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela benção, força, luz e coragem para enfrentar os obstáculos da vida.

À minha família, meu pai Clair, minha mãe Marcia, minha irmã Ana Julia, meu avô, minhas avós, meus tios e tias, primos e primas, por me dar apoio, carinho, incentivo, compreensão e estrutura para vencer esta etapa. Agradeço a vocês por tudo, vocês são a base da minha vida, amo vocês.

Ao professor Dr. José Barbosa Duarte Júnior, pela orientação, ajuda, paciência, ensinamentos, incentivo e pelos sábios conselhos.

Ao professor Dr. José Renato Stangarlin, pela coorientação, ajuda, apoio, ensinamento, dedicação e pelas sábias palavras em momentos difíceis.

Aos amigos do laboratório de nematologia e do cultivo protegido da UNIOESTE pelo grande auxílio na realização do trabalho.

Aos amigos da UNIOESTE, Jaqueline Barbosa, Tatiane Chiapetti, Maria Eunice Lima, Mayra Abade, Eduardo Leismann, Danielle Mattei, William Bosquete, Ivonei Perego, Guilherme Mascarello, Samara Brandão, Daniele Hermann, Claudecir Martins, Pablo Coutinho, Silvio Ferreira, Vitor Kuhn, Lucas Bulegon, Ana Daronch, Carine Cantú, Filipe Cremonoz, pela amizade, apoio e colaborações.

Agradeço especialmente aos amigos Carmem Julia Teles, Jean Carlos Macedo, Nicole Dal Pozzo, Maicon Javorski, Paula Simek, Victor Moura, Eder Fanaya, Amanda Schommer e Bruna Valcarenghi, pela amizade e por sempre estarem comigo durante toda essa jornada.

A Universidade Estadual do Oeste do Paraná e ao Programa de Pós-graduação em agronomia pela oportunidade concedida.

A todos os professores pelos ensinamentos e aos funcionários da UNIOESTE e do PPGA que me ajudaram de maneira direta ou indireta na realização deste trabalho.

À Comissão de Aperfeiçoamento Pessoal do Nível Superior– CAPES pela concessão de bolsa de estudos.

A todos que de alguma forma participaram da realização deste estudo.

Muito obrigada!

“A persistência é o melhor caminho do êxito”.
Charles Chaplin

RESUMO

RINALDI, Luanna Karoline, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Fevereiro – 2018. **Extratos aquosos de diferentes culturas e herbicida glifosato sobre a eclosão, desenvolvimento embrionário e controle de *Meloidogyne javanica* em soja**. Orientador: Prof. Dr. José Barbosa Duarte Júnior. Coorientador: Prof. Dr. José Renato Stagarlin.

Os nematoides do gênero *Meloidogyne* são responsáveis por significativas perdas na produção agrícola, inclusive na cultura da soja. Para amenizar estas perdas, a busca por medidas de controle tem sido estimulada, como o uso de extratos vegetais com potencial para induzir resistência em plantas, que, apesar do avanço nos trabalhos com fungos e bactérias, ainda é pouco pesquisado para o controle de nematoides. Plantas daninhas também constituem fator limitante para a produtividade, e a aplicação de herbicidas para o seu controle pode afetar a população de nematoides. Foram realizados dois ensaios, um em laboratório (*in vitro*) e outro em casa de vegetação (*in vivo*). *In vitro* objetivou-se avaliar o efeito dos extratos aquosos foliares e radiculares 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 ou não a aplicação do glifosato, sobre uma suspensão contendo ovos e juvenis (J2) de *Meloidogyne javanica*, utilizando água como testemunha. Já o segundo ensaio objetivou avaliar o efeito da pulverização dos extratos aquosos foliares e radiculares das mesmas espécies citadas anteriormente, associados ou não a aplicação do glifosato, em soja inoculada com *M. javanica*. Os ensaios foram conduzidos sob delineamento inteiramente casualizado (DIC) com quatro repetições, num esquema fatorial 7 x 2, sendo seis extratos aquosos e a testemunha, com e sem glifosato, totalizando 14 tratamentos, os quais foram divididos em duas partes, experimento I: extratos aquosos provenientes da parte aérea das espécies vegetais citadas e experimento II: extratos da parte radicular das mesmas. Para o ensaio *in vitro*, em placas de Petri foram colocadas com 9 mL dos extratos e mais uma suspensão com 900 ovos/J2 de *M. javanica*, para os tratamentos com herbicida, adicionou-se 0,72 mL i.a. de glifosato. Após 15 dias foram avaliadas a eclosão e o desenvolvimento embrionário. A aplicação do glifosato influenciou as variáveis analisadas, inibindo em 100% a eclosão e retardando o desenvolvimento embrionário. Dentre os extratos avaliados, o extrato de trigo (*Triticum aestivum* L.) inibiu 100% a eclosão. Para o

ensaio *in vivo*, plantas de soja foram induzidas a resistência pela pulverização na parte aérea de 20 mL dos extratos (para os tratamentos com herbicida adicionou-se 0,72 mL i.a. de glifosato sobre as plantas), e após sete dias foi inoculada uma suspensão de 1.400 ovos de *M. javanica* por planta. Aos 60 dias, avaliou-se a altura, a massa fresca da parte radicular, o número de vagens, de massa de ovos, de galhas, de ovos e J2 e o fator de reprodução (FR) de *M. javanica*. A presença do glifosato influenciou principalmente na altura diminuindo em 20% para os tratamentos com extratos foliares e 25% para extratos radiculares. No experimento com extratos foliares o extrato de crotalária (*Crotalaria juncea* L.) teve uma maior redução no número de ovos/J2 (63%) em relação à testemunha. Todos os extratos radiculares avaliados, com e sem glifosato, reduziram em 80% entre 89% o número de ovos/J2 em relação a testemunha, respectivamente. Os FR de todos os tratamentos também foram menores em comparação a testemunha, porém, só o extrato de canola (*Brassica napus* L.) (0,98) teve o FR menor que 1,0, demonstrando assim, algum potencial como indutor de resistência contra *M. javanica* em soja.

Palavras-chave: Nematóide das galhas. Controle alternativo. Cultura da soja.

ABSTRACT

RINALDI, Luanna Karoline, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Fevereiro – 2018. **Aqueous extracts from different crops and glyphosate herbicide on hatching, embryonic development and control of *Meloidogyne javanica* em soybean.** Advisor: Prof. Dr. José Barbosa Duarte Júnior. Co-Advisor: Prof. Dr. José Renato Stagarlin.

The nematodes of the genus *Meloidogyne* are responsible for significant losses in agricultural production, including in the soybean crop. To mitigate these losses, the search for control measures has been stimulated, such as the use of plant extracts with potential to induce resistance in plants. Weeds are also a limiting factor for productivity, and the application of herbicides to their control can affect the nematode population. Two trials were performed, one in the laboratory (*in vitro*) and the other in a greenhouse (*in vivo*). *In vitro* the aim of this study was to evaluate the effect of leaf and root extracts of *Brassica napus* L. (Canola), *Crotalaria juncea* L. (Crotalaria), *Brachiaria decumbes* L. (Brachiaria), *Helianthus annuus* L. (Sunflower), *Triticum aestivum* L. (wheat) and *Lupinus albus* L. (lupine), associated or not with glyphosate application, on a suspension containing eggs and juveniles (J2) from *Meloidogyne javanica*, using water as a control. The second objective was to evaluate the effect of spraying of leaf and root extracts of the same species mentioned above, associated or not with the application of glyphosate, in soybean inoculated with *M. javanica*. The assays were conducted under a completely randomized design (DIC) with four replicates, in a 7 x 2 factorial scheme, with six aqueous extracts and the control, with and without glyphosate, which were divided into two parts, experiment I: aqueous extracts from the aerial part of the mentioned plant species and experiment II: extracts of the root part of the same. For the *in vitro* assay, in Petri dishes were placed with 9 mL of the extracts and one suspension with 900 eggs/J2 of *M. javanica*, for the treatments with herbicide, was added 0.72 mL i.a. of glyphosate. After 15 days hatching and embryonic development were evaluated. The application of glyphosate influenced the analyzed variables, inhibiting in 100% hatching and retarding the embryonic development. Among the evaluated extracts, wheat extract (*Triticum aestivum* L.) inhibited hatching by 100%. For the *in vivo* assay, soybean plants were induced to spray resistance in the 20 mL aerial (part of the extracts and for the herbicide treatments 0.72 mL of glyphosate was added to the plants), after seven

days a suspension of 1,400 eggs of *M. javanica* per plant. At 60 days, height, fresh root mass, number of pods, egg mass, gall, eggs e J2 and *M. javanica* breeding factor (RF) were evaluated. The presence of glyphosate mainly influenced height decreasing by 20% for treatments with leaf extracts and 25% for root extracts. In the experiment with leaf extracts the extract of crotalaria (*Crotalaria juncea* L.) reduced the number of eggs/J2 (63%) in relation to the control. All evaluated root extracts, with and without glyphosate, reduced the number of eggs/J2 in relation to the control by 80% between 89%, respectively. The RF of all the treatments were also smaller in comparison to the control, but, only the canola extract (*Brassica napus* L.) (0.98) had the FR lower than 1.0, thus demonstrating some potential as inducer of resistance against *M. javanica* in soybean.

Keywords: Root-knot nematodes. Alternative control. Soybean crop.

LISTA DE TABELAS

Capítulo I

Tabela 1 – Eclosão de juvenis de segundo estágio (J2) de *M. javanica*, em contato com extratos foliares vegetais e herbicida (experimento I)11

Tabela 2 – Desenvolvimento embrionário avaliado pela porcentagem de ovos com juvenis de segundo estágio de *Meloidogyne javanica* quando em contato com extratos vegetais radiculares e herbicida glifosato (experimento II).....13

Tabela 3 - Desenvolvimento embrionário de *M. javanica* avaliado pela porcentagem de ovos unicelulares, multicelulares e número de ovos com juvenis para o tratamento com e sem glifosato testado juntamente com extratos foliares.....15

Tabela 4 – Desenvolvimento embrionário de *M. javanica* avaliado por porcentagem de ovos unicelulares e ovos com juvenis para o tratamento com e sem glifosato quando testado juntamente com extratos radiculares.....16

Tabela 5 - Desenvolvimento embrionário de *M. javanica* avaliado por porcentagem de ovos bicelulares para os extratos foliares com e sem glifosato.....16

Tabela 6 - Desenvolvimento embrionário de *M. javanica* avaliado pela porcentagem de ovos bicelulares para os tratamentos com e sem glifosato e extratos radiculares avaliados.....17

Capítulo II

Tabela 1 - Resumo da ANAVA dos fatores extratos foliares, glifosato e da interação destes para as variáveis altura, número de vagens e massa fresca das raízes, obtidos após avaliação das plantas de soja, inoculadas com ovos/J2 de *M. javanica*.....30

Tabela 2 - Resumo da análise de variância dos fatores extratos radiculares, glifosato e da interação destes, para as variáveis altura, número de vagens e massa fresca das raízes, obtidos após avaliação das plantas de soja, inoculadas com ovos/J2 de *M. javanica*.....31

Tabela 3 - Altura das plantas de soja inoculadas com *M. javanica* e submetidas à aplicação de extratos vegetais da parte aérea e extratos vegetais da parte radicular das seis espécies, para o fator com e sem glifosato.....31

Tabela 4 - Resumo da ANAVA dos fatores extratos aquosos foliares, glifosato e da interação destes, para as variáveis massa de ovos e número de galhas de *M. javanica* em soja.....33

Tabela 5 - Resumo da ANAVA dos fatores extratos radiculares aquosos, glifosato e da interação destes ao nível de 5% de probabilidade de erro, para as variáveis massa de ovos e número de galhas de *M. javanica* em soja.....34

Tabela 6 - Ação dos extratos foliares e radiculares das seis espécies vegetais sobre o número de galhas causadas pelo nematoide <i>M. javanica</i>	34
Tabela 7 - Resumo da ANAVA dos fatores extratos foliares e radiculares das seis espécies vegetais, glifosato e da interação destes, para a variável número de ovos e juvenis de segundo estágio (J2) de <i>M. javanica</i> em soja.....	34
Tabela 8 - Número de ovos/J2 de <i>M. javanica</i> nas raízes das plantas de soja após 45 dias de inoculação, para os tratamentos com/sem glifosato e extratos foliares.....	35
Tabela 9 - Número de ovos/J2 de <i>M. javanica</i> nas raízes das plantas de soja após 45 dias de inoculação, para os tratamentos com/sem glifosato e extratos radiculares.....	36
Tabela 10 – População final de <i>M. javanica</i> inoculada em plantas de soja após serem submetidas aos tratamentos com extratos foliares e com ou sem uso do herbicida glifosato, cultivadas por 60 dias e o fator de reprodução (FR).....	38
Tabela 11 – População final de <i>M. javanica</i> inoculada em plantas de soja após serem submetidas a tratamentos com extratos radiculares e uso de glifosato cultivadas por 60 dias e o fator de reprodução (FR).....	39
Tabela 12 - População final de espécimes de <i>M. javanica</i> inoculada em plantas de soja submetidas a tratamentos com extratos radiculares e sem glifosato cultivadas por 60 dias e o fator de reprodução (FR).....	40

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2 CAPÍTULO I.....	5
EXTRATOS AQUOSOS DE DIFERENTES CULTURAS E HERBICIDA GLIFOSATO SOBRE A ECLOSÃO E DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO DE <i>meloidogyne javanica</i>	6
2.1 RESUMO.....	6
2.2 ABSTRACT	7
2.3 INTRODUÇÃO.....	7
2.4 MATERIAL E MÉTODOS.....	8
2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	11
2.6 CONCLUSÃO.....	20
2.7 REFERÊNCIAS.....	20
3 CAPÍTULO II.....	24
EXTRATOS AQUOSOS DE DIFERENTES CULTURAS E HERBICIDA GLIFOSATO SOBRE O CONTROLE DE <i>Meloidogyne javanica</i> EM SOJA.....	25
3.1 RESUMO.....	25
3.2 ABSTRACT.....	26
3.3 INTRODUÇÃO.....	26
3.4 MATERIAL E MÉTODOS.....	28
3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
3.6 CONCLUSÃO.....	43
3.7 REFERÊNCIAS.....	44
4 CONCLUSÃO GERAL.....	49
5 REFERÊNCIAS.....	50

1 INTRODUÇÃO GERAL

A soja (*Glycine max* L.) é hoje um dos principais produtos de exportação do Brasil e também uma das principais commodities do mundo. Sua proteína é grandemente utilizada na alimentação animal e seu óleo na alimentação humana. Além disso, atualmente está crescendo a sua participação na alimentação humana e na obtenção de outros produtos como adubos, revestimentos, papel, tintas e combustível, representando 85% da matéria prima utilizada na fabricação de biodiesel no país (EMBRAPA, 2008).

Conforme dados da Embrapa Soja, o Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja, atrás apenas dos EUA. Na safra 2015/2016, a cultura ocupou uma área de 33,17 milhões de hectares (EMBRAPA, 2017). Sua expectativa de produção mundial para a safra 2017/2018 é de 345,09 milhões de toneladas, sendo os principais produtores Estados Unidos, Brasil e Argentina (CONAB, 2017).

Desde o início da fitopatologia como ciência, relatam Ferraz e Monteiro (2011), a doença tem sido vista como uma relação entre dois organismos, em que de um lado está a planta e do outro o agente casual. Aproximadamente quarenta doenças causadas por fungos, bactérias, nematoides ou vírus já foram identificadas ocorrendo na cultura da soja no Brasil, e este número continua crescendo com o aumentando da área semeada, a ampla janela de semeadura, a expansão da cultura para novas regiões e a entrada de novos patógenos no país (GODOY, 2017).

O cultivo contínuo e extensivo dessa leguminosa tem gerado preocupações quanto ao ataque de pragas e doenças, com destaque para os fitonematoides, que podem se tornar fator limitante à cultura. Mais de 100 espécies, envolvendo cerca de 50 gêneros de nematoides, foram associadas a cultivos de soja em todo o mundo. Dentre os nematoides, citam-se como os de maior importância os formadores de galhas (*Meloidogyne* spp.), o de cisto (*Heterodera glycines*), o das lesões radiculares (*Pratylenchus brachyurus*) e o reniforme (*Rotylenchulus reniformes*) (EMBRAPA, 2010).

O gênero *Meloidogyne* inclui os comumente chamados “nematoides de galhas”, ou *root-knot* nematodes em inglês, sendo considerado como o grupo de maior importância econômica em termos mundiais. As suas muitas espécies encontram-se disseminadas nas várias zonas geográficas e parasitam círculos amplos de plantas hospedeiras (FERRAZ; BROWN, 2016). O ciclo de vida dos

nematoides é de aproximadamente 30 dias, podendo variar de acordo com vários fatores, especialmente a temperatura. O sintoma principal do ataque destes patógenos é a formação de galhas nas raízes, os quais se iniciam alguns dias após a penetração do J2, atingindo o tamanho máximo quando o nematoide alcança o estágio adulto (CAMPOS et al., 2002).

Embora faltem dados precisos sobre os danos causados e as perdas resultantes para determinadas culturas em diversas áreas geográficas pelos fitonematoides, a estimativa de perda anual global contida em artigo publicado em 2011 dava conta de que tal valor já excedia a 80 bilhões de dólares americanos, o que, segundo alguns especialistas, ainda representa montante abaixo do verdadeiro (FERRAZ; BROWN, 2016).

As principais medidas de controle para os nematoides do gênero *Meloidogyne* são: uso de plantas antagonistas, rotação/sucessão de culturas, ausência de hospedeiros ou qualquer outra planta por um período determinado, solarização, inundação, culturas armadilhas, revolvimento do solo, a retirada de plantas infectadas, o uso de variedades resistentes, controle biológico, controle químico e indução de resistência com agentes elicitores (BLUM; CARES; UESUGI, 2006; FERRAZ et al., 2010).

Entretanto, o controle de nematoides é uma prática muito difícil, visto que a utilização de variedades resistentes é desaconselhável pela presença de diferentes espécies e raças de nematoides, tornando um fator limitante, devido a diferentes fatores de reprodução que cada variedade apresenta em relação a diferentes raças e espécies (FERRAZ; VALLE, 2001). Além disso, o uso de produtos fitossanitários é inviável para áreas de campo e altamente persistente no ambiente. Em adição, para a maioria das substâncias químicas, a dose requerida para matar os nematoides é mais elevada que a dose letal a muitos outros tipos de organismos (FERRAZ; BROWN, 2016).

Para reduzir o uso de nematicidas, a busca por métodos alternativos de manejo das doenças vem aumentando nos últimos anos, em decorrência dos efeitos nocivos que os defensivos agrícolas provocam ao meio ambiente e à saúde humana (SILVA; SILVA; PEREIRA, 2008). De acordo com Moreira et al. (2007), essa recente demanda por produtos mais saudáveis, seguros e de melhor qualidade por parte do mercado consumidor tem movimentado, atualmente, R\$10,5 bilhões somente nos Estados Unidos, Europa e Japão.

O manejo destes patógenos deve incluir estratégias que diminuam os custos, incrementando a produção e que sejam pouco danosos ao ambiente. SALGADO; CAMPOS (2003) afirmam que produtos eficientes no controle de nematoides não prejudiciais ao homem e ao meio ambiente precisam ser estudados, objetivando o controle populacional destes patógenos.

O uso de extratos vegetais com propriedades nematicidas no controle de fitonematoídes representa mais uma alternativa, com valor prático e econômico, e sem riscos de contaminação do ambiente (GARDIANO et al., 2009). Existem muitos trabalhos publicados que indicam a atividade de diversos extratos contendo metabólitos secundários, para o controle de microrganismo, porém precisam ser melhor estudados (ROCHA et al., 2006).

Gardiano et al. (2008), dizem que no passado, os metabólitos secundários produzidos pelas plantas eram considerados como compostos sem função específica, sendo somente produtos finais das reações ocorridas no metabolismo das plantas. Todavia, as pesquisas foram aumentando e essa visão vem mudando, em função da descoberta da utilidade das mesmas para o desenvolvimento fisiológico das plantas e como mediadoras das interações entre as plantas e outros organismos.

Dezesseis espécies comumente usadas como medicinais no Brasil foram estudadas em experimento *in vitro* para saber seu potencial contra nematoides. Dias et al. (2000) observaram que os extratos aquosos obtido por maceração das espécies menestrato, bardana, artemísia, losna, confrei e catinga-de-mulata e por infusão de catinga-de-mulata e melão-de-São Caetano tiveram efeito nematicida.

Em estudos realizados por Lopes et al. (2005), verificou-se que a pulverização de extratos de mucuna-preta e manjeriço reduziu o número de galhas de *M. incognita* em raízes de tomateiro, quando comparado à testemunha e que a adição de extratos de sementes de mucuna-preta ao solo reduziu a reprodução de *M. javanica*.

Outro controle bastante promissor é a indução de resistência, que tem sido alvo de muitas pesquisas, em função da conscientização da população para o consumo de alimentos mais saudáveis e produção em conformidade com o meio ambiente. Os resultados alcançados pela resistência induzida são promissores, apresentando eficiência no manejo de diversos patossistemas, contudo, os trabalhos estão

concentrados, principalmente, no controle de doenças fúngicas e bacterianas (BENHAMOU; BELANGER, 1998; VALLAD; GOODMAN, 2004).

A indução de resistência é definida como o aumento da capacidade da defesa das plantas contra patógenos, adquirida após ser ativado os mecanismos de resistência por diversos agentes (BENHAMOU; BELANGER, 1998).

Fosfitos, ácido salicílico (SA), ácido acetil-salicílico, metil-jasmonato e acibenzolar-S-metil (ASM) estão entre as substâncias químicas envolvidas na ativação de mecanismos de resistência (PUERARI et al., 2013; PUERARI et al., 2015).

Mais um fator que limita a obtenção de altos rendimentos na cultura da soja são as plantas daninhas, que ocasionam perdas significativas conforme a espécie presente, a densidade e a distribuição na lavoura. Além disso, também podem ser hospedeiras alternativas de nematoides. A forma de controle mais utilizada é o método químico, com o uso de herbicidas (EMPBRAPA, 2008).

Rizzardi et al. (2003) afirmam que alguns herbicidas podem apresentar efeitos no desenvolvimento de doenças, podendo ser pelos efeitos diretos aos patógenos e, ou, pelos efeitos indiretos, como alterações no metabolismo das plantas. Ainda, de acordo com Levene, Owen e Tylka (1998) os herbicidas podem reduzir a densidade dos nematoides, pela eliminação de plantas daninhas; ou por efeito direto sobre a população de nematoides, inibindo a eclosão de juvenis a partir dos ovos, restringindo a migração dos juvenis e inibindo o desenvolvimento dos nematoides dentro das raízes das plantas hospedeiras.

Diante disso, este trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência da aplicação de extratos aquosos foliares e radiculares das espécies vegetais: canola (*Brassica napus* L.), crotalária (*Crotalaria juncea* L.), braquiária (*Brachiaria decumbes* L.), girassol (*Helianthus annuus* L.), trigo (*Triticum aestivum* L.) e tremoço (*Lupinus albus* L.), associados ou não ao herbicida glifosato *in vitro* sobre ovos de *Meloidogyne javanica* e *in vivo* sobre plantas de soja inoculadas com este nematoide.

2 CAPÍTULO I

EXTRATOS AQUOSOS DE DIFERENTES CULTURAS E HERBICIDA

GLIFOSATO SOBRE A ECLOSÃO E DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO DE

Meloidogyne javanica

**EXTRATOS AQUOSOS DE DIFERENTES CULTURAS E HERBICIDA GLIFOSATO
SOBRE A ECLOSÃO E DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO DE *Meloidogyne
javanica***

**AQUEOUS EXTRACTS FROM DIFFERENT CROPS AND GLYPHOSATE
HERBICIDE ON HATCHING AND EMBRYONIC DEVELOPMENT OF *Meloidogyne
javanica***

2.1 RESUMO

O objetivo foi avaliar o efeito dos extratos aquosos foliares e radiculares 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 ou não a aplicação do glifosato, sobre uma suspensão contendo ovos e juvenis (J2) de *Meloidogyne javanica*, utilizando água como testemunha. Os experimentos foram conduzidos sob delineamento inteiramente casualizado (DIC) com quatro repetições, num esquema fatorial 7 x 2, sendo sete extratos aquosos incluindo a testemunha e, com e sem glifosato, o que totalizou 14 tratamentos. Os extratos foram obtidos de folhas verdes e raízes das espécies supracitadas. As placas de Petri foram montadas com 9 mL dos extratos, com adição de 0,72 mL i.a. de glifosato em 100 mL de extrato, para os tratamentos com o herbicida e uma suspensão com 900 ovos/J2 de *M. javanica*. Após 15 dias foram avaliadas a eclosão e o desenvolvimento embrionário. A aplicação do glifosato influenciou as variáveis analisadas, diminuindo a eclosão em todos os tratamentos e retardando o desenvolvimento embrionário, ficando a maioria dos ovos unicelulares. Dentre os extratos foliares avaliados, o extrato de trigo teve o melhor resultado inibindo a eclosão de *M. javanica* em 100% (experimento I).

Palavras chave: Nematoides das galhas. Controle alternativo. Controle químico.

2.2 ABSTRACT

The objective was to evaluate the effect of leaf and root extracts of *Brassica napus* L. (canola), *Crotalaria juncea* L. (*Crotalaria*), *Brachiaria decumbes* L. (*Brachiaria*), *Helianthus annuus* L. (sunflower), *Triticum aestivum* L. (wheat) and *Lupinus albus* L. (lupine), associated or not with glyphosate application, on a suspension containing eggs and juveniles (J2) from *Meloidogyne javanica* using water as a control. The experiments were conducted under a completely randomized design (DIC) with four replicates, in a 7 x 2 factorial scheme, with seven aqueous extracts including the control and, with and without glyphosate, which totaled 14 treatments. The extracts were obtained from green leaves and roots of the aforementioned species. Petri dishes were assembled with 9 mL of the extracts, adding 0,72 mL i.a. glyphosate in 100 mL extract, for the treatments with the herbicide and a suspension with 900 eggs / J2 of *M. javanica*. After 15 days hatching and embryonic development were evaluated. The application of glyphosate influenced the analyzed variables, decreasing hatching in all treatments and retarding the embryonic development, being the majority of unicellular eggs. Among the evaluated the green leaves extracts, the wheat extract had the best result inhibiting the hatching of *M. javanica* in 100% (experiment I).

Key words: Root-knot nematodes. Alternative control. Chemical control.

2.3 INTRODUÇÃO

Os nematoides das galhas, pertencentes ao gênero *Meloidogyne* são considerados os fitonematoides mais importantes, com ampla distribuição geográfica, afetando diversas culturas em todo o mundo e com isso causando perdas significativas na produção e comprometendo a qualidade dos produtos agrícolas (FREITAS et al., 2009).

Embora sejam bem conhecidas medidas consideradas eficientes na redução populacional deste nematoide, 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).

Recentemente, a utilização de substâncias naturais que possuem propriedades nematicidas como extratos vegetais têm sido buscados por

pesquisadores por serem eficientes e ecologicamente corretos (CARBONI; MAZZONETTO, 2013). Estes compostos possuem diversas funções no desenvolvimento fisiológico das plantas e também como mediadores de interações entre elas e outros organismos (GARDIANO et al., 2008). Uma das funções dos metabólitos secundários é fornecer proteção contra o ataque de organismos patogênicos e pragas, além de atrair ou repelir outros organismos, a exemplo de nematoides (FERRAZ et al., 2010).

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 de seu controle, pois os herbicidas podem influenciar o desenvolvimento de doenças. Segundo Devine, Duke e Fedtke (1993), depois do herbicida ser absorvido pela planta e atuar em seu local primário de ação, vários eventos bioquímicos e fisiológicos relacionados ocorrem sequencialmente. 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.

Indiretamente o controle químico das plantas daninhas por meio de herbicidas também pode reduzir a densidade populacional dos nematoides de várias formas, como quando utilizados na eliminação das plantas invasoras, que são hospedeiras alternativas desses parasitas. (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 canola, crotalária, braquiária, girassol, trigo e tremoço, associados ou não ao herbicida glifosato, sobre o desenvolvimento embrionário e a eclosão de ovos de *Meloidogyne javanica*, *in vitro*.

2.4 MATERIAL E MÉTODOS

2.4.1 Condução, delineamento experimental e tratamentos

Os experimentos foram instalados em agosto de 2017, no laboratório de Nematologia pertencente à Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, *campus* Marechal Cândido Rondon, Paraná. Para tais, utilizou-se delineamento inteiramente casualizado (DIC) com quatro repetições, num esquema fatorial 7 x 2,

sendo sete extratos aquosos incluindo a testemunha e, com e sem glifosato, o que totalizou 14 tratamentos. Neste o primeiro fator constituiu-se dos tratamentos a base de extratos aquosos foliares (experimento I) e extratos aquosos radiculares (Experimento II) das seguintes espécies vegetais: canola (*Brassica napus* L.), crotalária (*Crotalaria juncea* L.), braquiária (*Brachiaria decumbes* L.), girassol (*Helianthus annuus* L.), trigo (*Triticum aestivum* L.), tremoço (*Lupinus albus* L.) e água (testemunha). O segundo fator constituiu-se da utilização do herbicida glifosato (0,72 mL i.a. de glifosato diluído em 100 mL de solução) ou não, associado aos extratos.

2.4.2 Obtenção do material vegetal e preparação dos extratos

Para obtenção dos extratos foram semeados cinco vasos de cada uma das seis diferentes espécies vegetais. Após 60 dias, quando as plantas estavam na fase vegetativa, foi realizada a retirada do material vegetal, coletando a parte aérea e as raízes das plantas separadamente. Estas foram lavadas, pesadas e trituradas em liquidificador na proporção de 20 g de material vegetal para 80 mL de água, para obtenção do extrato bruto. Este foi diluído à 5% e posteriormente filtrados em filtro a vácuo, acondicionados em Erlenmeyers e utilizados logo após o preparo.

2.4.3 Obtenção e multiplicação do inóculo de *Meloidogyne javanica*

A população de *M. javanica* foi obtida a partir de população pura mantida em tomateiros (*Solanum lycopersicon* L.), cultivar Santa Clara, sob casa de vegetação durante 60 dias. Após esse período os ovos foram extraídos de acordo com a metodologia proposta por Hussey e Barker (1973), modificada por Boneti e Ferraz (1981).

Concluída a extração foi realizada a contagem da suspensão de nematoides utilizando câmara de Peters sob microscópio ótico, visando posterior calibração da suspensão para 900 ovos e eventuais juvenis de segundo estágio (J2) por mL.

2.4.4 Instalação do experimento

Para a montagem das câmaras de eclosão foram utilizadas placas de Petri de 5 cm de diâmetro acondicionadas em bandejas plásticas forradas com papel alumínio, para ficarem acondicionadas no escuro, visando favorecer a eclosão.

Aos tratamentos com o herbicida glifosato, foram adicionados 0,72 mL i.a. de glifosato em 100 mL de extrato previamente a montagem das câmaras de eclosão,

enquanto para os demais foi utilizado apenas o extrato diluído. As câmaras foram montadas utilizando 9 mL dos respectivos extratos (com ou sem glifosato) e 1 mL da suspensão de ovos/J2 de *M. javanica*. A água foi utilizada como testemunha para os extratos e também para o fator herbicida.

Após montadas as câmaras de eclosão, as placas foram incubadas em B.O.D. a 25 ± 2 °C por 15 dias, realizado o umedecimento das bandejas e agitação das placas diariamente, evitando perda de água e visando aeração das suspensões para favorecer a eclosão, respectivamente.

2.4.5 Avaliação do experimento

As avaliações foram realizadas ao final de 15 dias, com o auxílio de microscópio estereoscópico binocular. Avaliou-se o desenvolvimento embrionário dos ovos classificando-os como unicelulares, bicelulares, tetracelulares, multicelulares e com juvenil formado, representados na Figura 1, pelas fases A. B. C. D e F, respectivamente. O número de ovos remanescentes e de juvenis (J2) eclodidos também foram contabilizados (MATTEI e DIAS-ARIEIRA, 2015).

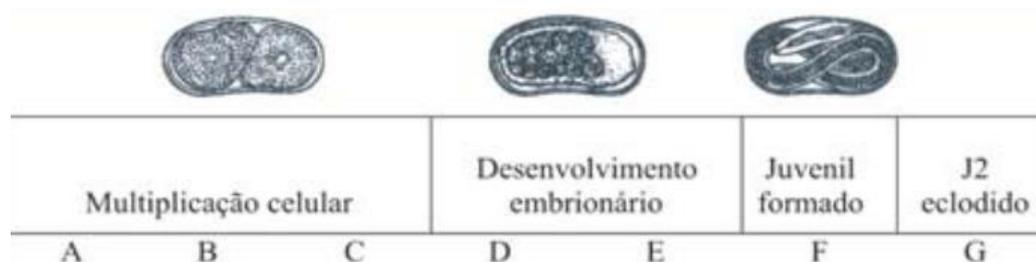


Figura 1- Multiplicação celular, desenvolvimento embrionário, formação e eclosão de juvenis (J2) a partir de ovos de *M. javanica*. Fase de multiplicação celular (A= 2 células; B= 4 células; C= Pluricelular); Desenvolvimento embrionário (D= Gástrula; E =Tadpole); Final do desenvolvimento embrionário (F= Juvenil dentro do ovo; G = J2 eclodido) (CAMPOS et al., 2008).

2.4.6 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de F à 5% de probabilidade de erro. Quando significativo, as médias dos tratamentos foram submetidas ao Teste Tukey, também à 5%, utilizando o programa estatístico Assistat (Silva e Azevedo, 2016).

2.5 RESULTADO E DISCUSSÕES

Para a eclosão foram avaliados os fatores extratos foliares e com/sem glifosato (experimento I), no qual a análise de variância (ANAVA) indicou que houve diferença significativa para ambos e também para a interação. Os valores estão descritos na Tabela 1.

A eclosão de juvenis de *M. javanica* foi inibida por todos os extratos testados comparado à testemunha. Quando se utilizou o herbicida glifosato houve a inibição da eclosão de 100% em todos os tratamentos (Tabela 1).

Tabela 1 – Eclosão de juvenis de segundo estágio (J2) de *M. javanica*, em contato com extratos foliares vegetais e herbicida (experimento I).

J2 eclodidos (%)		
Extratos aquosos foliares (5%)	Extratos Com Glifosato	Extratos Sem Glifosato
Canola	0,00 aB	8,18 abA
Crotalária	0,00 aB	6,13 abcA
Braquiária	0,00 aB	3,97 bcdA
Girassol	0,00 aA	3,25 bcdA
Trigo	0,00 aA	0,00 dA
Tremoço	0,00 aA	1,44 cdA
Testemunha	0,00 aA	10,59 aA
CV (%)	33,16	

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Quanto aos extratos utilizados, o extrato de trigo não apresentou eclosão de ovos de *M. javanica* (0%), seguidos do tremoço (1,44%), girassol (3,25%) e braquiária (3,97%) que não diferiram estatisticamente. Os extratos de crotalária (6,13%) e canola (8,18%) foram os extratos com maior eclosão de ovos, não diferindo estatisticamente da testemunha, sendo os extratos com menor eficácia na inibição da eclosão de *M. javanica*. Contudo, a testemunha apresentou eclosão de apenas 10,59%. Considerando esse o valor máximo de eclosão (100%) a proporção de eclosão em relação a 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.

O extrato de trigo pode ter tido esse efeito inibidor, pois a planta de trigo não é hospedeiro dessa espécie de nematoide, isso pode ter feito com que a eclosão dos

ovos não fosse estimulada, permanecendo então sem eclosão para os tratamentos em que utilizou-se extratos foliares de plantas de trigo.

Dez espécies de gramíneas plantadas em vasos, em um solo infestado com *M. javanica*, foram comparadas com relação ao controle do nematoide. Após 60 dias do plantio, a parte aérea foi eliminada e tomate foi cultivado por 30 dias nos vasos e então contaram-se as galhas nas raízes desta planta. Cinco espécies de gramíneas, *Brachiaria decumbens*, *Eragrostis curvula*, *Panicum maximum* cv. guiné, *B. brizantha* e *Digitaria decumbens* cv. Pangola mostraram um efeito antagonista ao nematoide muito pronunciado (BRITO e FERRAZ, 1987). Corroborando com o presente estudo onde o extrato de trigo (família das Poaceae) teve a maior inibição da eclosão juvenis de *M. javanica in vitro*.

Em outro estudo no qual a utilização de diversas práticas culturais combinadas com pousio e cultivos por dois anos consecutivos foram testados, utilizando-se 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; YAP; OLIVEIRA, 1938).

Lixiviados obtidos a partir de *Brachiaria brizantha*, *B. decumbes*, *Andropogon gayanus* cv. Planaltina e *Panicum maximum* cv. Guiné não exercem qualquer efeito sobre eclosão de *M. incognita* e *M. javanica* (DIAS-ARIEIRA et al., 2003). Porém no presente trabalho o extrato obtido de *Brachiaria decumbes* causou inibição de 62,51% em relação a testemunha, demonstrando assim a eficiência do extrato.

Neste trabalho a eclosão de *M. javanica* foi inibida em 42,12% em relação a testemunha, quando utilizado extratos foliares de Crotalária (experimento I), sem o uso do herbicida glifosato, dados que corroboram com outros autores em que extratos de Crotalária provocaram imobilização, morte ou inibição da eclosão de juvenis de importantes espécies de fitonematoides, como por exemplo, *Meloidogyne exigua* (AMARAL et al., 2002) e *M. incognita* (JOURAND et al., 2004).

No trabalho realizado por Almeida et al (2008) teve como resultados a existência em *C. spectabilis* de moléculas ativas contra nematoides, como a monocrolatina. Extrato aquoso de sementes de *C. spectabilis* foi efetivo no controle de juvenis de segundo estágio (J2) de *Meloidogyne incognita*.

De acordo com Neves et al., (2005) em todas as concentrações do óleo de mostarda (*Brassica juncea*) que testaram, causou inibição da eclosão de juvenis de

M. javanica. Lewia e Papaviza (1971) atribuem o controle de patógenos de plantas á produção de compostos sulfurosos, os glucosinolatos que tem sido identificado em tecidos de plantas, incluindo o isocianatos. Espécies de brassicas, como *B. napus* (canola), possuem em sua constituição o alil isotiocianato que tem sido relatado no controle de nematoides. Resultados deste trabalho demonstraram que o extrato de canola mesmo sendo o extrato que menos inibiu a eclosão de juvenis (77,24%), foi superior à testemunha, mostrando que o seu uso no controle de nematoides das galhas é promissor.

A eclosão no experimento com extratos radiculares (experimento II) foi significativa somente para o fator glifosato, os extratos não tiveram diferença, nem a interação entre os fatores (com/sem glifosato e extratos). Sendo assim, elaborou-se o teste de médias do fator cuja diferença foi significativa. Os valores estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2 – Desenvolvimento embrionário avaliado pela porcentagem de ovos com juvenis de segundo estágio de *Meloidogyne javanica* quando em contato com extratos vegetais radiculares e herbicida glifosato (experimento II).

	Ovos com juvenis (%)
Extratos com Glifosato	0,72 b
Extratos sem Glifosato	23,40 a
CV(%)	30,28

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

Quando se utilizou o herbicida glifosato houve a inibição de 99,28% da eclosão de juvenis de *M. javanica*, já sem o uso do defensivo a inibição ficou em 76,60, mostrando assim que houve interferência no uso do glifosato na eclosão (Tabela 2).

Ferreira, Silva e Nascimento (2013) e outros autores relatam que a grande utilização de diferentes extratos aquosos visando o controle do nematoide das galhas. Em casos onde não seja necessária a aplicação de grandes volumes do extrato vegetal bruto, o seu uso no manejo de fitonematoides em relação aos produtos sintéticos ou purificados pode resultar em benefícios econômicos e apresentar uma boa eficiência em reduzir a população de fitonematoides, (CHITWOOD, 2002).

Como visto anteriormente, neste trabalho, todos os tratamentos se mostraram influenciados pela utilização do herbicida glifosato, reduzindo a eclosão significativamente, Riboldi, Aguilera e Monquero (2013) observaram em seu trabalho quando estudaram o efeito de herbicidas dessecantes e o glifosato sobre as comunidades de nematoides na cultura da soja, que a população de *Meloidogyne* sp. não sofreu acréscimo populacional significativo e que nenhum dos tratamentos mostrou diferença significativa a 5% de probabilidade da testemunha. Alguns produtos tais como o Paraquat e Carfentrazone-ethyl podem induzir uma diminuição da população de *Pratylenchus*.

Resultados obtidos por Johnson, Dowler e Hauser (1975) mostram que para as culturas do milho, algodão, amendoim e soja a aplicação de herbicidas não afetaram as populações de *Meloidogyne incognita*, *Pratylenchus zae*, e *P. brachyurus*, corroborando com resultados dos mesmos autores (JOHNSON; DOWLER; HAUSER 1975) onde afirmam que aplicações de herbicidas a campo sobre densidades populacionais de fitonematoides comuns em milho, algodão, amendoim em qualquer sequência de cultivo, não afetam significativamente a população de *Meloidogyne*.

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; DUKE; FEDTKE 1993). No desenvolvimento de doenças, os efeitos dos herbicidas geralmente resultam de interações do seu efeito direto no patógeno e de efeitos indiretos em respostas mediadas pelas plantas (DEVINE; DUKE; FEDTKE 1993). O glifosato é um herbicida pós-emergente, pertencente ao grupo químico das glicinas substituídas, classificado como não-seletivo e de ação sistêmica (GALI e MONTEZUMA, 2005), portanto têm grande probabilidade de agir nos grupos de nematoides fitoparasitas, atingindo diretamente o alvo via solo, ou, via sistêmica atingindo o nematoide quando suga a raiz em que o produto se translocou.

Os resultados deste trabalho foram positivos, inibindo a eclosão em 100% quando utilizado o herbicida glifosato, provavelmente este resultado difere dos trabalhos citados anteriormente, pois este trabalho estudou o efeito direto do

herbicida aplicado sobre os ovos de *M. javanica* e não aplicado ao solo ou sobre a planta.

Foram também quantificados, para os dois experimentos, os dados do desenvolvimento embrionário da seguinte forma: Ovos na fase A = unicelulares, fase B = bicelulares, fase C = tetracelulares, fase D = multicelulares e fase F = fase com juvenil formado.

Os resultados da ANAVA no experimento com extratos foliares, para o número de ovos unicelulares, multicelulares e ovos com juvenis foi significativo apenas para o fator com e sem glifosato, os extratos não tiveram diferença significativa e nem a interação entre os fatores (com/sem glifosato e extratos). A Tabela 3 apresenta os dados de ovos unicelulares e multicelulares no quais o fator com glifosato foi observado com maior número dos mesmos desenvolvidos (69,81%) e (16,95%), respectivamente e também expõe os resultados onde o parâmetro sem glifosato foi observado maior número de ovos com juvenis desenvolvidos (65,05%).

Tabela 3 - Desenvolvimento embrionário de *M. javanica* avaliado pela porcentagem de ovos unicelulares, multicelulares e número de ovos com juvenis para o tratamento com e sem glifosato testado juntamente com extratos foliares.

	Unicelulares (%)	Multicelulares (%)	Com juvenis (%)
Extratos Com Glifosato	69,81 a	16,95 a	6,12 b
Extratos Sem Glifosato	32,46 b	1,58 b	65,05 a
CV(%)	29,1	67,99	31,64

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

Para ovos unicelulares e ovos com juvenil, provenientes do experimento com extratos radiculares, foram significativos apenas para o fator com e sem glifosato, os extratos não tiveram diferença significativa e nem a interação entre os fatores (com/sem glifosato e extratos). A Tabela 4 apresenta os dados de ovos unicelulares e ovos com juvenis desenvolvidos, nos quais o fator com glifosato foi observado com maior número de ovos unicelulares (64,47%), também expõe os resultados onde o parâmetro sem glifosato foi observado maior número de ovos com juvenis desenvolvidos (52,14%).

Tabela 4 – Desenvolvimento embrionário de *M. javanica* avaliado por porcentagem de ovos unicelulares e ovos com juvenis para o tratamento com e sem glifosato quando testado juntamente com extratos radiculares.

	Ovos unicelulares (%)	Ovos com juvenis (%)
Extratos com Glifosato	64,47 a	11,88 b
Extratos sem Glifosato	28,87 b	52,14 a
CV(%)	40,34	61,96

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

De acordo com a ANAVA os dados de ovos tetracelulares no experimento com extratos foliares, e os ovos tetracelulares e multicelulares no experimento com extratos radiculares não tiveram diferenças estatísticas para nenhum dos fatores testados (extratos e glifosato) e nem para a interação entre os fatores.

Nos dois experimentos, para os dados de ovos bicelulares analisou-se os fatores extratos e com/sem glifosato, nos quais a ANAVA indicou que houve diferença significativa para ambos e também para a interação. Os valores estão descritos na Tabela 5 e 6.

Tabela 5 - Desenvolvimento embrionário de *M. javanica* avaliado por porcentagem de ovos bicelulares para os extratos foliares com e sem glifosato.

Extratos aquosos foliares (5%)	Ovos bicelulares (%)	
	Extratos Com Glifosato	Extratos Sem Glifosato
Canola	0,00 aA	0,00 bA
Crotalária	0,00 aA	0,00 bA
Braquiária	0,00 aB	13,98 aA
Girassol	0,00 aA	0,00 bA
Trigo	0,00 aA	0,00 bA
Tremoço	0,00 aA	3,57 bA
Testemunha	0,00 aA	0,00 bA
CV (%)	34,63	

As médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Para o experimento com extratos foliares, os tratamentos com glifosato não tiveram diferenças estatísticas para os extratos, já para os resultados sem glifosato houve diferenças entre os extratos avaliados. Os extratos que mais tiveram ovos

bicelulares foram os de braquiária (13,98%) e tremoço (3,57%), mostrando potencial como estimuladores do desenvolvimento embrionário de *M. javanica*, isso é interessante quando se pretende estudar extratos que estimulem a eclosão de fitonematoides para serem usados em áreas de cultivo nas quais não haja hospedeiros, os nematoides ficam sem alimento e morrem por inanição. Os demais extratos não tiveram desenvolvimento de ovos bicelulares.

Tabela 6 - Desenvolvimento embrionário de *M. javanica* avaliado pela porcentagem de ovos bicelulares para os tratamentos com e sem glifosato e extratos radiculares avaliados.

Ovos bicelulares (%)		
Extratos aquosos foliares (5%)	Extratos Com Glifosato	Extratos Sem Glifosato
Canola	0,00 aA	2,27 bcA
Crotalária	0,00 aB	10,06 abA
Braquiária	0,00 aA	3,13 bcA
Girassol	0,00 aB	13,92 aA
Trigo	0,00 aB	8,56 abcA
Tremoço	0,00 aA	2,50 bcA
Testemunha	0,00 aA	0,00 cA
CV (%)	49,80	

As médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tratamentos com glifosato não tiveram diferenças estatísticas para os extratos, todos os tratamentos se mantiveram sem ovos na fase bicelular. Para os resultados sem glifosato houve diferenças entre os extratos avaliados. Os extratos que apresentaram o maior número de ovos bicelulares foram os de girassol (13,92%), crotalária (10,06%) e trigo (8,56) que não obtiveram diferença significativa. A testemunha não proporcionou o desenvolvimento de ovos na fase bicelular.

Nos ovos de fitonematoides, ocorrem 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 ecdise passa a juvenil do segundo estágio (J2) (Campos et al., 2001). 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 microrganismos. Várias substâncias como alcalóides, ácidos graxos, isotiocianatos, glicosídeos acianogênicos, terpenóides, compostos fenólicos presentes nas espécies vegetais podem atuar diretamente sobre os mais variados patógenos vegetais (CHITWOOD, 2002). Salgado e Campos (2003) e Costa, Oliveira e Senô (2016) afirmam que substâncias fenólicas (eugenol) e glicosídicas (ricina) demonstram potencial nematicida e podem afetar todas as fases do desenvolvimento embrionário e eclosão dos ovos de nematoides.

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, pois 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., 2001) podem estar sendo diferentemente afetados pelas substâncias e suas concentrações nos extratos.

Resultados desse trabalho condizem com o trabalho citado anteriormente, pois o maior número de ovos unicelulares foi obtido quando utilizado o herbicida glifosato. O que significa dizer que, a aplicação do herbicida causou efeito tóxico aos ovos e também retardando seu desenvolvimento, permanecendo na primeira fase do desenvolvimento embrionário.

A presença de substâncias de diferentes grupos químicos em extratos ou óleos essenciais podem efetivamente atuar de forma sinérgica positivamente 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).

Com a observação da Tabela 1 e 2, foi possível verificar que o herbicida glifosato inibiu a eclosão de ovos de *M. javanica*, em todos os tratamentos testados para os dois experimentos, com extratos foliares e com extratos radiculares.

Com a avaliação das Tabelas 3, 4, 5 e 6, onde se dá o desenvolvimento embrionários, avalia-se como se comportam o desenvolvimento dos ovos com o uso de diferentes extratos vegetais e com e sem a presença do herbicida glifosato. Na Tabela 3 e 4, onde são apresentados os dados de ovos unicelulares, foi observado que com glifosato obteve-se maior número de ovos nessa fase. Este resultado demonstra que, com a aplicação de glifosato, os ovos tendem a retardar o seu desenvolvimento, permanecendo unicelulares, até atingir o estágio final para a eclosão, em ambos os experimentos.

Nas Tabelas 5 e 6 a utilização do glifosato resultou em menor número de ovos bicelulares, desta forma o restante dos ovos estava em outros estádios de desenvolvimento, podendo ser tanto mais desenvolvidos quanto menos. Para os dados de ovos tetracelulares não houve diferença significativa entre o uso ou não de glifosato e entre os extratos das espécies vegetais. Na Tabela 3 (experimento com extratos foliares), o glifosato teve maior número de ovos no estágio multicelular, já para o experimento com extratos radiculares, a mesma fase não houve diferença significativa. O uso do glifosato resultou em menor número de ovos com juvenis para os dois experimentos (Tabela 3 e 4).

Assim, ao comparar os dados da tabela 3 e 4, onde estão os dados de ovos unicelulares (primeiro estágio do desenvolvimento embrionário) e ovos com juvenil de segundo estágio desenvolvido (último estágio), podemos visualizar que a aplicação de glifosato prejudicou o avanço no desenvolvimento, já que houve maiores porcentagens de ovos no primeiro estágio (ovos unicelulares) e menor porcentagem de ovos no último estágio de desenvolvimento (ovos com juvenil de *M. javanica*) em ambos experimentos. Condizendo com o descrito na Tabela 1, que mostrou menor eclosão com a aplicação de glifosato.

A aplicação dos extratos teve baixa significância em comparação ao efeito causado pela aplicação do herbicida glifosato. Apenas dados de eclosão e número de ovos bicelulares foram observados influência dos extratos. No geral para o experimento I, o melhor extrato foliar vegetal foi o extrato de Trigo que teve menor porcentagem de eclosão.

2.6 CONCLUSÃO

A utilização do herbicida glifosato influenciou o desenvolvimento embrionário de *Meloidogyne javanica*, retardando-o e também diminuindo a eclosão dos ovos tanto para o experimento com extratos foliares quanto para o experimento com extratos radiculares.

Os extratos vegetais utilizados tiveram pouca interferência nas fases do desenvolvimento embrionário, mas no experimento I sem o herbicida glifosato, o extrato foliar de trigo teve o menor e melhor resultado para a eclosão, porém foi estatisticamente igual aos extratos de tremoço, girassol e braquiária.

No experimento II, extratos sem glifosato tiveram menor número de J2 eclodidos.

2.7 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C.D.S.; SOUZA, D.S.L.; SARTO, R.P.; FIRMINO, A.A.P.; SILVA, T.S.; MAGALHÃES, J.C.C.; SÁ, M.F.G.; ROCHA, T.L. Fracionamento de extrato aquoso de sementes de *Crotalaria spectabilis* efetivo no controle de juvenis de segundo estágio (J2) de *Meloidogyne incognita*. **Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia**, Brasília, p.10, 2008.

AMARAL, D.R.; OLIVEIRA, D.F.; CAMPOS, V. P.; CARVALHO, D.A. Efeito de alguns extratos vegetais na eclosão, mobilidade, mortalidade e patogenicidade de *Meloidogyne exigua* do cafeeiro. **Nematologia Brasileira**, Lavras, v.26 n.1 p43-48, 2002.

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

BRITO, J. A.; FERRAZ, S. Antagonismo de *Brachiaria decumbens* e *Panicum maximum* cv. guiné a *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**, v.11 p.270-285, 1987.

CAMPOS, V.P.; CAMPOS, J.R.; SILVA, L.H.C.P.; DUTRA, M.R. Manejo de nematoides em hortaliças. In: Silva, L.H.C.P.; Campos, J.R.; Nojosa, G.B.A. **Manejo integrado: doenças e pragas em hortaliças**. Lavras, p.125-158. 2001.

CAMPOS, H.D.; CAMPOS, V.P.; POZZA, E.A. Efeito da temperatura na multiplicação celular, no desenvolvimento embrionário e na eclosão de juvenis do segundo estágio de *Meloidogyne javanica*. **Summa Phytopathologica**, v.34, n.1, p.29-33, 2008.

CARBONI, R.Z.; MAZZONETTO, F. Efeito do extrato aquoso de diferentes espécies vegetais no manejo de *Meloidogyne incognita* em tomateiro em ambiente protegido. **Revista Agrogeoambiental**, v. 5, n. 2, p. 61-66, 2013.

COSTA, B.O.G.; OLIVEIRA, M.U.; SENÔ, K.C.A. Efeito do extrato aquoso de hortelã e cambará no desenvolvimento do tomateiro infestado por *Meloidogyne javanica*. **Nucleus**, Ituverava, v.13, n.1, 2016.

CHITWOOD, D.J. Phytochemical based strategies for nematode control. **Annual Review of Phytopathology**, v.40, p.221–49. 2002.

DIAS-ARIEIRA, C.R.; FERRAZ, S.; FREITAS, L.G. E DEMUNER, A. J. Efeito de lixiviados de raízes de gramíneas forrageiras na eclosão de juvenis de *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *Heterodera glycines*. **Nematologia Brasileira**, v.27, n.1, p.23-28, 2003.

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

EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Soja. Tecnologias de Produção de Soja - Região Central do Brasil 2009 e 2010. **Embrapa Soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste**, Londrina, P.262, 2008.

FERRAZ, S.; FREITAS, L.G.; LOPES, E.A.; DIAS-ARIEIRA, C.R. **Manejo sustentável de fitonematoídes**. Viçosa: UFV, 245 p. 2010.

FERREIRA, I.C.M.; SILVA, G.S.; Nascimento, F.S. Efeito de extratos aquosos de espécies de Asteraceae sobre *Meloidogyne incognita*. **Summa Phytopathologica**, v.39, n.1, p.40-44, 2013.

FREITAS, L.G.; LIMA, R. D'ARC DE; FERRAZ, S. Introdução à nematologia. **Cadernos Didáticos**, Viçosa, n. 58, p.90, 2009.

GARDIANO, C.G.; FERRAZ, S.; LOPES, E.A.; FERREIRA, P.A.; CARVALHO, S. L.; FREITAS, L. G. Avaliação de extratos aquosos de espécies vegetais, aplicados via pulverização foliar, sobre *Meloidogyne javanica*. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 34, n. 4, p. 376-377, 2008.

HUSSEY, R.S.; BARKER, K.R.A Comparison of methods for colecting inocula of *Meloidogyne* spp. including a new technique. **Plant Disease Reporter**, Washington, 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. **Journal of Nematology**, College Park, v.7, n.2, p.158-168, 1975.

JOURAND, P.; RAPIOR, S.; FARGETTE, M.; MATEILEE, T. Nematostatic effects of a leaf extract from *Crotalaria virgulata* subsp. *grantiana* on *Meloidogyne incognita* and its use to protect tomato roots, **Nematology**, v.6, n.1, p.79-84, 2004.

LEE, D.L. e ATKINSON, H.J. **Physiology of nematodes**. New York, p.215. 1977.

LEWIS, J.A.; G.C. PAPAIVIZAS. Effect of sulfurcontaining volatile compounds and vapors from cabbage decomposition on *Aphanomyces euteiches*. **Phytopathology**, v.61, p. 208-214, 1971.

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

LYDON, J.; DUKE, S.O. Pesticide effects on secondary metabolismof higher plants. **Pesticide Science**, London, v.25, n.4, p.361-373, 1989.

MATTEI, D.; DIAS-ARIEIRA, C.R. Different sources of silicon in the embryonic development and in the hatching of *Meloidogyne javanica*. **African Journal of Agricultural Research**, v.10 n.52, p.4814-4819, 2015.

NEVES, W. S.; FREITAS, L. G.; LOPES, E. A.; DALLEMOLE-GIARETTA, R.; FABRY, C. F. S.; COUTINHO, M. M.; DHINGRA, O. D.; FERRAZ, S. E DEMUNER, A. J. Atividade de extratos de alho (*Allium sativum*), mostarda (*Brassica campestris*) e pimenta malagueta (*Capsicum frutescens*) sobre a eclosão de juvenis de *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**, v. 29, n.2, p.273-278, 2005.

RIBOLDI, L.B.; AGUILLERA, M.M. E MONQUERO, P.A. Efeito da aplicação de herbicidas dessecantes na soja sobre as populações de nematoides no solo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.34, n.6, p.3577-3584, 2013.

SALGADO, S.M.L.; CAMPOS, V.P. Eclosão e mortalidade de *Meloidogyne exigua* em extratos e em produtos naturais. **Fitopatologia Brasileira**, v.28 p.166-170, 2003.

RODRIGUES, F. de Á.; FORTUNATO, A.A.; RESENDE, R.S. **Indução de resistência em Plantas a Patógenos**, Viçosa: Ed. da UFV, p.9-28, 2012.

SILVA, F.A.Z E AZEVEDO, C.A.V. The Assisat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal of Agriculture**, v.11, n.39, p.3733-3740, 2016.

3 CAPÍTULO II

**EXTRATOS AQUOSOS DE DIFERENTES CULTURAS E HERBICIDA
GLIFOSATO PARA CONTROLE POPULACIONAL DE *Meloidogyne javanica*
EM SOJA**

EXTRATOS AQUOSOS DE DIFERENTES CULTURAS E HERBICIDA GLIFOSATO PARA O CONTROLE DE *Meloidogyne javanica* EM SOJA

AQUEOUS EXTRACTS OF DIFFERENT CULTURES AND HERBICIDE GLYPHOSATE FOR THE CONTROL OF *Meloidogyne javanica* IN SOYBEAN

3.1 RESUMO

Os nematoides encontram-se atualmente entre os principais limitantes da produtividade agrícola de culturas anuais. O uso de extratos vegetais como indutores de resistência em plantas, apesar de ter respostas promissoras é pouco pesquisado para o controle de nematoides. A aplicação de herbicidas para o controle de plantas daninhas pode afetar também a população de nematoides. Diante disso o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da pulverização dos extratos aquosos foliares e radiculares 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 ou não a aplicação do glifosato, em soja inoculada com *Meloidogyne javanica*. Os experimentos foram conduzidos sob delineamento inteiramente casualizado (DIC) com quatro repetições, num esquema fatorial 7 x 2, sendo sete extratos aquosos incluindo a testemunha e, com e sem glifosato, o que totalizou 14 tratamentos. Os extratos para o experimento I foram obtidos de folhas verdes das espécies supracitadas e para o experimento II foram obtidos de raízes das mesmas. Plantas de soja foram induzidas pela pulverização na parte aérea de 20 mL dos extratos com adição de 0,72 mL i.a. de glifosato em 100 mL de extrato para os tratamentos com o herbicida e após sete dias inoculou-se uma suspensão de 1.400 ovos de *M. javanica* em cada planta. Aos 60 dias, avaliou-se a altura das plantas, o número de vagens, a massa fresca da parte radicular, o número de massa de ovos, o número de galhas, o número de ovos/J2 e o fator de reprodução (FR) de *M. javanica*. A aplicação do glifosato influenciou negativamente na altura das plantas de soja avaliadas diminuindo em 20 e 25% para extratos foliares e extratos radiculares, respectivamente. Dentre os extratos avaliados, os extratos de canola, crotalária e trigo apresentaram diminuição no número de ovos/J2 e no fator de reprodução demonstrando potencial para o controle do *M. javanica* em

soja. O extrato de canola teve o FR menor que 1,0 (0,98) indicando-o como extrato com potencial para indução de resistência contra o referido nematoide.

Palavras-chave: Nematoides. Controle alternativo. Cultura da soja.

3.2 ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the effect of spraying of leaf and root extracts of *Brassica napus* L. (Canola), *Crotalaria juncea* L. (Crotalaria), *Brachiaria decumbes* L. (Brachiaria), *Helianthus annuus* L. (Sunflower), *Triticum aestivum* L. (wheat) and *Lupinus albus* L. (lupine), associated or not with glyphosate application, in soybean inoculated with *Meloidogyne javanica*. The experiments were conducted under a completely randomized design (DIC) with four replicates, in a 7 x 2 factorial scheme, with seven aqueous extracts including the control and, with and without glyphosate, which totaled 14 treatments. The extracts for experiment I were obtained from green leaves of the species mentioned above and for experiment II were obtained from roots of the same. Soybean plants were induced by application in the 20 mL aerial part of the extracts with addition of 0,72 mL a.i. of glyphosate in 100 mL of extract for the treatments with the herbicide, sprayed on the soybean plants and after seven days inoculated a suspension of 1.400 eggs of *M. javanica* in each plant. At 60 days, plant height, number of pods, fresh root mass, number of egg mass, number of galls, number of eggs/J2 and reproduction factor (RF) were evaluated of *M. javanica*. The application of glyphosate had a negative effect on the height of soybean plants evaluated, decreasing in 20 and 25% for leaf extracts and root extracts, respectively. Among the extracts evaluated, the extracts of canola, crotalaria and wheat showed a decrease in the number of eggs/J2 and in the reproduction factor, demonstrating potential for the control of *M. javanica*.

Key words: Nematoids. Alternative control. Soybean crop.

3.3 INTRODUÇÃO

Uma das atividades econômicas de crescimento muito expressivo e de elevada importância comercial é a produção de soja e no Brasil, principal produto da

agricultura, colocando o país entre os mais importantes do comércio agrícola mundial (HIRAKURI; LAZZAROTTO, 2014).

Culturas como a soja enfrentam problemas fitossanitários que podem comprometer a produtividade e a qualidade final do produto (JUHÁSZ et al., 2013). Dentre as inúmeras doenças que acometem a espécie estão aquelas causadas pelos nematoides (Embrapa, 2010).

Os nematoides pertencentes ao gênero *Meloidogyne* representam o grupo de fitonematoides mais importante em todo o mundo. Estes nematoides causam danos significativos às culturas, deixando-as subdesenvolvidas e cloróticas, além de apresentar ampla distribuição geográfica e gama de hospedeiros, o que dificulta o controle (FREITAS et al., 2009).

Nas diversas táticas de manejo de nematoides, encontra-se o uso de nematicidas. Todavia, estes produtos além de aumentarem os custos de produção, ainda apresentam riscos ao homem e ao meio ambiente, por serem altamente tóxicos (CAMPOS; SOUZA; SOUZA, 1998).

Métodos alternativos de controle têm sido pesquisados e estudados, a exemplo desses pode-se citar a rotação de cultura, o uso de plantas antagonistas, utilizadas em plantio intercalado, consorciado ou em rotação, a incorporação de matéria orgânica e o controle biológico, entre outros (FERRAZ et al., 2010).

A utilização da indução de resistência poderia ser uma forma de controle através da utilização de extratos vegetais com propriedades eliciadoras de mecanismos de defesa vegetal (SCHWAN-ESTRADA et al., 2012). Extratos aquosos de diferentes espécies vegetais têm apresentado resultados satisfatórios na redução da população de nematoides, o que pode torná-los uma alternativa tanto para a agricultura orgânica, como a convencional.

Outro problema encontrado nas lavouras são as plantas daninhas, que na maioria das vezes para seu controle faz-se uso de herbicidas. Estes herbicidas, além do efeito supressor ou selecionador de plantas daninhas, também podem ter influência sobre os microorganismos e a mesofauna do solo (RIZZARDI et al., 2003).

Os nematoides, assim como outros organismos presentes no solo, podem ser afetados por substâncias químicas, que, por lixiviação ou por via sistêmica nas plantas, atingem o mesmo (DORAN, 1980; WARDLE et al., 1995). Contudo, até o momento estudos sobre os efeitos da aplicação de herbicidas na população de fitonematoides são escassos, o que torna interessante tal verificação.

Neste contexto, o trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência da aplicação de extratos aquosos foliares e radiculares das espécies canola, crotalária, braquiária, girassol, trigo e tremoço, associados ao herbicida glifosato sobre plantas de soja inoculadas com *M. javanica*.

3.4 MATERIAL E MÉTODOS

3.4.1 Condução e delineamento experimental

Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação e no laboratório de Nematologia pertencentes à Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, *campus* de Marechal Cândido Rondon-PR, no período de janeiro a abril de 2017.

Para tais, utilizou-se delineamento inteiramente casualizado (DIC) com quatro repetições, num esquema fatorial 7 x 2, sendo sete extratos aquosos incluindo a testemunha e, com e sem glifosato, o que totalizou 14 tratamentos.

O primeiro fator constituiu-se dos tratamentos a base de extratos aquosos foliares (experimento I) e extratos aquosos radiculares (experimento II) de canola (*Brassica napus* L.), crotalária (*Crotalaria juncea* L.), braquiária (*Brachiaria decumbes* L.), girassol (*Helianthus annuus* L.), trigo (*Triticum aestivum* L.), tremoço (*Lupinus albus* L.) e água (testemunha). O segundo fator constituiu-se da utilização do herbicida glifosato ou não, associado aos extratos.

3.4.2 Obtenção do material vegetal

Para obtenção dos extratos foram semeadas cinco vasos para cada uma das seis diferentes espécies, das quais os extratos foram avaliados. Após 60 dias, na fase vegetativa das plantas. O material vegetal foi retirado dos vasos, separado em sistema radicular e parte aérea. Estes foram lavados, pesados e triturados em liquidificador por 1 minuto, na proporção de 20 g de material vegetal para 80 mL de água, para obtenção do extrato bruto. Logo após, foi diluído à 5% e posteriormente filtrados em filtro a vácuo, acondicionados em Erlemeyers e utilizados logo após o preparo.

3.4.3 Obtenção e multiplicação do inóculo de *Meloidogyne javanica*

A população de *M. javanica* foi obtida a partir de população pura mantida em tomateiros (*Solanum lycopersicon* L.), cultivar Santa Clara, cultivado em casa de vegetação durante 60 dias. Após esse período os ovos foram extraídos de acordo com a metodologia proposta por Hussey; Barker (1973), modificada por Boneti; Ferraz (1981) que consiste em processar o sistema radicular infectado em liquidificador com hipoclorito a 0,5% e, em sequência, passar o processado por um jogo de peneiras de 20, 80 e 500 mesh, para a obtenção da suspensão de inóculo que é constituída pelos ovos e juvenis retidos na peneira de 500 mesh.

Após a extração foi realizada a contagem da suspensão de nematoides utilizando câmara de Peters sob microscópio óptico, visando posterior calibração da suspensão para 1.400 ovos e juvenis de segundo estágio (J2) por mL.

3.4.4 Instalação do experimento

Os experimentos foram realizados em vasos de polietileno com capacidade de 2 L, contendo solo arenoso previamente autoclavado (120°C à 1 atm, por uma hora) e adubado de acordo com o manual de adubação e calagem para o estado do Paraná (SBCS, 2017) a necessidade da cultura, segundo análise química.

Logo após o preparo do solo, realizou-se a semeadura da soja (cv. CD202) e quinze dias após a emergência os tratamentos foram realizados. Pulverizou-se 20 mL dos extratos vegetais (obtidos conforme descrito anteriormente), em cada planta de soja. Para os tratamentos com o herbicida, diluiu-se 0,72 mL i.a. de glifosato em 100 mL de extrato ou água e pulverizou-se também 20 mL dessa solução nas plantas que receberiam os tratamentos com extratos mais glifosato.

Para todos os tratamentos se utilizou a mesma suspensão de nematoides (1.400/vaso), incluindo as testemunhas. Para o controle negativo as plantas de soja inoculadas tiveram a aplicação somente de água e para o controle positivo a aplicação de glifosato, sem aplicação dos extratos.

A inoculação das plantas foi realizada após sete dias de plantio, utilizando 2 mL da suspensão contendo ao todo 1.400 ovos/J2 por planta. Para isso foram abertos dois orifícios de lados opostos da planta, distanciados a 2 cm do colo e com 4 cm de profundidade, adicionado 1 mL da suspensão em cada orifício. Quarenta e cinco dias após a inoculação das plantas com *Meloidogyne javanica*, foi realizado a avaliação do experimento.

3.4.5 Avaliação do experimento

Avaliou-se a altura e o número de vagens das plantas, logo em seguida, cortou-se cada planta na altura do solo para separar a parte aérea das raízes. As raízes foram lavadas, pesadas e em seguida imersas em solução de floxina B a 0.0015% durante 20 minutos para colorir as massas de ovos, conforme metodologia proposta por Byrd, Ferris e Nusbaum (1972).

Assim, foi quantificado o número de massa de ovos e o número de galhas, utilizando um contador manual e lupa. Após as contagens, extraiu-se os nematoides das raízes, para posterior contagem de ovos/J2 presentes nas raízes das plantas de soja. Por fim, determinou-se o fator de reprodução ($FR = Pf/Pi$) de acordo com Oostenbrink (1966).

3.4.6 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).

3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância para a variável altura de plantas do experimento I, no qual se utilizou a parte aérea das seis espécies vegetais como extratos, demonstrou que houve diferença significativa para o fator glifosato. O fator extratos e a interação deste e do glifosato não apresentaram significância para nenhuma das variáveis analisadas. Também não houve diferença significativa para o número de vagens e nem para massa fresca da raiz (Tabela 1).

Tabela 1- Resumo da ANAVA dos fatores extratos foliares, glifosato e da interação destes para as variáveis altura, número de vagens e massa fresca das raízes, obtidos após avaliação das plantas de soja aos 60 dias, inoculadas com ovos/J2 de *M. javanica*.

Fontes de variação	Altura	Nº de vagens	Massa da raiz
Glifosato	0,0339*	0,4773 ^{ns}	0,7444 ^{ns}
Extrato	0,7451 ^{ns}	0,8550 ^{ns}	0,8812 ^{ns}
Extrato x Glifosato	0,6672 ^{ns}	0,6563 ^{ns}	0,9849 ^{ns}
C.V. (%)	36,78	53,70	54,91

*Significativo a 5% de probabilidade de erro.

^{ns}Não significativo pelo teste F (P < 0,05) de significância.

Na Tabela 2, encontra-se a análise de variância do experimento II no qual se utilizou como extrato a parte radicular das espécies vegetais, para altura, número de vagens e massa de raiz, e demonstrou que para o fator glifosato houve significância apenas para a variável altura. O fator extratos e a interação deste e do glifosato não apresentaram significância para nenhuma das outras variáveis analisadas.

Tabela 2- Resumo da análise de variância dos fatores extratos radiculares, glifosato e da interação destes, para as variáveis altura, número de vagens e massa fresca das raízes, obtidos após avaliação das plantas de soja aos 60 dias, inoculadas com ovos/J2 de *M. javanica*.

Fontes de variação	Altura	Nº de vagens	Massa da raiz
Glifosato	0,0005*	0,4633 ^{ns}	0,7787 ^{ns}
Extrato	0,0464 ^{ns}	0,234 ^{ns}	0,685 ^{ns}
Extrato x Glifosato	0,059 ^{ns}	0,6619 ^{ns}	0,0690 ^{ns}
C.V. (%)	27,82	42,12	64,23

*Significativo a 5% de probabilidade de erro.

^{ns}Não significativo pelo teste F (P < 0,05) de significância.

Os resultados da ação do glifosato sobre a altura das plantas de soja estão apresentados na Tabela 3. Na qual pode ser observado que quando utilizado o herbicida glifosato houve a diminuição da altura das plantas de soja. No experimento com extratos foliares houve diminuição de 20% e no experimento com extratos radiculares a diminuição foi de 25% (Tabela 3).

Tabela 3- Altura das plantas de soja inoculadas com *M. javanica* e submetidas à aplicação de extratos vegetais da parte aérea e extratos vegetais da parte radicular das seis espécies, para o fator com e sem glifosato.

Nº de vagens	Extratos da parte aérea (cm)	Extratos da parte radicular (cm)
Extratos Com Glifosato	44,92 b	40,85 b
Extratos Sem Glifosato	55,78 a	54,25 a
CV(%)	36,78	27,82

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

Mesmo a cultivar CD202 utilizada neste trabalho ser uma cultivar resistente ao glifosato, ela pode sofrer algum tipo de fitointoxicação a aplicação do herbicida, o que pode ter acarretado na diminuição da altura das plantas de soja.

Estudos com herbicidas sugerem que o uso dos mesmos e misturas de herbicidas podem acarretar possíveis efeitos de fitointoxicação quando aplicados na cultura da soja. Esses efeitos podem se traduzir em injúrias para a cultura e alteração das suas características fenológicas, na altura da planta, no número de vagens por planta e na altura da primeira vagem, podendo, em alguns casos, afetar diretamente a produtividade (NETO et al., 2009).

Procópio et al. (2007) relataram que a associação de imazethapyr ao glifosato reduziu a altura das plantas de soja transgênica. Corrêa e Alves estudando eficiência e a seletividade de herbicidas aplicados em pós-emergência, sobre o crescimento e o desenvolvimento da soja convencional e transgênica, observaram que a associação de imazethapyr a lactofen, chlorimuronethyl e haloxyfop-methyl mostrou efeito semelhante. Krausz; Young (2001) constataram que a aplicação do herbicida imazethapyr reduziu a altura da soja geneticamente modificada tolerante ao glifosato.

Resultados que condizem com o presente trabalho onde a aplicação do herbicida glifosato em pós-emergência afetou negativamente a altura das plantas de soja transgênicas, cultivar CD202.

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 *M. javanica*. Embora, o herbicida glifosato tenha afetado a altura das plantas de soja,

isso não influenciou significativamente a densidade populacional de *M. javanica* nem o seu fator de reprodução.

Macedo et al. (2012) testando herbicidas sobre a densidade populacional de *P. brachyurus*, observou que a biomassa de todas as cultivares de soja testadas foram afetadas pelos herbicidas, reduzindo sua biomassa, neste trabalho o uso de glifosato afetou a altura das plantas de soja, diminuindo seu tamanho em mais de 20%.

Estudando o comportamento da soja ao herbicida Arruda et al. (1999) também verificaram que a aplicação de herbicida no estágio fenológico R3 ou no R5 reduz a área foliar, o acúmulo de matéria seca total, altura da planta e o comprimento de raízes devido a ação do herbicida em reduzir a formação de nódulos e a fixação do N₂.

O uso de glifosato em pós-emergência na cultura da soja RR, há consequências possíveis como alterações diretas na nutrição de mineral das plantas de soja, no caso do Mn, e outros nutrientes, como N, Ca, Mg, Fe e Cu, podem ter seus níveis alterados sob a aplicação de glifosato. O que pode ocasionar problemas nutricionais e apresentar menor acúmulo de biomassa por conseguinte (ALBRECHT et al., 2010).

Foloni et al. (2005) estudando formulações de glifosato em pós-emergência, não detectou efeito, na produtividade de grãos da cultura da soja. Estes efeitos identificados nos caracteres de interesse agrônomo estão relacionados ao potencial de ação deletéria do glifosato sob o balanço nutricional, geração de efeitos fitotóxicos, por afetar a eficiência no uso da água, a fotossíntese, a rizosfera, o acúmulo de biomassa, a síntese de aminoácidos e compostos secundários (KREMER; MEANS; KIM, 2005).

Na Tabela 4 a análise de variância demonstrou que para os tratamentos à base de extratos foliares (experimento I) não houve significância para o número de massa de ovos, mas houve significância para o número de galhas no fator extrato. O fator glifosato e a interação deste e do extrato não apresentaram significância.

Tabela 4- Resumo da ANAVA dos fatores extratos aquosos foliares, glifosato e da interação destes, para as variáveis massa de ovos e número de galhas de *M. javanica* em soja.

Fontes de variação	Massa de ovos	Nº de galhas
Extrato	0,7197 ^{ns}	0,0000*
Glifosato	0,5081 ^{ns}	0,3969 ^{ns}
Extrato x Glifosato	0,4268 ^{ns}	0,1564 ^{ns}
C.V. (%)	54,25	28,92

*Significativo a 5% de probabilidade de erro.

^{ns} Não significativo pelo teste F (P < 0,05) de significância.

Na Tabela 5 a análise de variância mostra que os tratamentos à base de extratos radiculares (experimento II) também não houve significância para o número de massa de ovos, mas houve significância para o número de galhas no fator extratos e para o fator glifosato e a interação deste e do extrato não apresentaram significância.

Tabela 5- Resumo da ANAVA dos fatores extratos radiculares aquosos, glifosato e da interação destes ao nível de 5% de probabilidade de erro, para as variáveis massa de ovos e número de galhas de *M. javanica* em soja.

Fontes de variação	Massa de ovos	Nº de galhas
Extrato	0.4907 ^{ns}	0,0363*
Glifosato	0,6033 ^{ns}	0.7913 ^{ns}
Extrato x Glifosato	0.9054 ^{ns}	0,9241 ^{ns}
C.V. (%)	52,24	40,29

*Significativo a 5% de probabilidade de erro.

^{ns} Não significativo pelo teste F (P < 0,05) de significância.

Os resultados da ação dos extratos foliares sobre o número de galhas causadas por *M. javanica* estão apresentados na Tabela 6. No experimento com extratos foliares, todos os extratos reduziram significativamente o número de galhas de *M. javanica* (43%) em relação a testemunha, sendo o extrato de canola o melhor extrato, no experimento com extratos radiculares os extratos de tremoço, crotalária e braquiária reduziram significativamente em 32% o número de galhas em relação a testemunhas (Tabela 6).

Tabela 6 - Ação dos extratos foliares e radiculares das seis espécies vegetais sobre o número de galhas causadas pelo nematoide *M. javanica*.

Extratos aquosos (5%)	Número de galhas	
	Experimento I	Experimento II
	Extratos da parte aérea	Extratos da parte radicular
Canola	118,00 b	126,50 ab
Crotalária	118,37 b	94,37 b
Braquiária	124,25 b	85,75 b
Girassol	152,87 b	130,62 ab
Trigo	123,62 b	124,25 ab
Tremoço	154,06 b	83,87 b
Testemunha	231,12 a	132,12 a
CV (%)	28,92	40,29

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem-se entre si pelo teste de Tukey, a 5 % de significância.

A biofumigação com espécies de brássicas é um método eficiente para o controle de nematoides, portanto Neves et al. (2007) avaliaram esse efeito da biofumigação, com diferentes espécies de brássicas, no controle de *M. javanica*. e observou que seu uso no controle deste nematoide reduziu o número de galhas em plantas de tomate cv. Santa Cruz 'Kada' em cerca de 60% quando foi realizada a biofumigação com couve-flor e brócolis e 46% com a mostarda. Todos os tratamentos em que foram adicionados resíduos de brássicas ao solo apresentaram redução no número de ovos.

Barros et al. (2014) avaliaram o efeito dos compostos voláteis de planta de mostarda incorporado ao solo, no controle de juvenis de segundo estágio (J2) de *M. incognita* e verificaram que houve redução no número de galhas nas raízes e na reprodução do nematoide. Corroborando com este trabalho no qual o extrato foliar de canola (experimento com extratos foliares) causaram uma redução de 49% no número de galhas de *M. javanica* em plantas de soja. Na mostarda (família da canola (brássicas)) são encontrados compostos orgânicos voláteis, dentre eles estão os álcoois e isotiocianatos, que são compostos tóxicos aos nematoides.

Gardiano, Kryzanowski, e Abi saab (2014), quando avaliaram a eficiência de espécies de adubos verdes de inverno e de verão sobre a população de *R. reniformis*, concluíram que as espécies aveia branca 'IPR126', aveia preta 'IAPAR61', triticales 'IPR111', Centeio 'IPR89', tremoço branco, sorgo 'SI03204',

milheto 'BRS1501', *B. ruziziensis*, capim pé de galinha gigante, estiloso 'Campo Grande', amendoim 'IAC Tatu ST' e mucuna anã apresentam potencial para serem utilizadas no manejo de *R. reniformis*, pois promoveram diminuição da população deste nematoide. Sendo semelhantes com o presente trabalho quando utilizado extrato radicular de tremoço e reduziu o número de galhas de *M. javanica* (experimento II).

A interação do fator extratos e o fator glifosato para o número de ovos e juvenis de segundo estágio (J2) de *M. javanica* na análise de variância demonstrou que a interação foi significativa para o experimento com extratos radiculares (Tabela 7). Para o experimento com extratos foliares, no entanto, houve significância apenas o fator extratos (Tabela 7).

Tabela 7- Resumo da ANAVA dos fatores extratos foliares e radiculares das seis espécies vegetais, glifosato e da interação destes, para a variável número de ovos e juvenis de segundo estágio (J2) de *M. javanica* em soja.

Fontes de Variação	N° de ovos/J2	
	Experimento I	Experimento II
	Parte aérea	Parte radicular
Extrato	0,0102*	0,0000*
Glifosato	0,2676 ^{ns}	0.0545 ^{ns}
Extrato x Glifosato	0,6077 ^{ns}	0,0002*
C.V. (%)	60,30	50,51

*Significativo a 5% de probabilidade de erro.

^{ns} Não significativo pelo teste F ($P < 0,05$) de significância.

Para o número de ovos/J2 de *M. javanica* nas raízes das plantas de soja no experimento com extratos foliares analisou-se os fatores extratos e com/sem glifosato, nos quais a análise de variância indicou que houve diferença significativa somente para extratos.

A testemunha teve o maior número de ovos/J2 aumentando em mais de 300% e o extrato de crotalária teve a maior redução dos ovos/J2 de *M. javanica*, mesmo não sendo estatisticamente diferente dos demais extratos, mostrou ter potencial na redução no número de ovos/J2 do nematoide citado com 63% de redução do número de ovos/J2 em relação a testemunha. Os valores estão descritos na Tabela 8.

Tabela 8- Número de ovos/J2 de *M. javanica* nas raízes das plantas de soja após 45 dias de inoculação, para os tratamentos com/sem glifosato e extratos foliares.

Extratos aquosos foliares (5%)	Número de ovo/J2
Canola	7420,87 ab
Crotalária	4799,62 b
Trigo	8149,00 ab
Braquiária	8173,00 ab
Tremoço	11473,00 ab
Girassol	6614,50 ab
Testemunha	13026,12 a
CV (%)	52,00

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

De acordo com Borges et al, (2013) em testes in vitro para os tratamentos com Nim, Açafrao da terra e Crotalária apresentaram mortalidade significativa e superior aos demais tratamentos do *T. tuxaua*.

O tratamento com *C. longa* manteve a sua eficiência, causando efeito de mortalidade em todos os nematoides contabilizados na amostra mensurada na placa de Peters. Santos et al. (2009), constata-se que todas as espécies antagônicas (*Crotalaria juncea*, *C. spectabilis*, mucuna preta, feijão de porco, feijão guandu var. anão e gigante) testadas em seu experimento, incorporadas e os materiais orgânicos foram eficientes na diminuição ativa dos nematoides fitoparasistas do gênero *Meloidogyne*, atingindo de 96,41 a 100% de controle da população de nematoides.

Esse controle está mais relacionado à produção de toxinas pelos adubos verdes do que à produção de massa verde. Corroborando com este trabalho no qual o extrato que teve maior redução dos ovos/J2 de *M. javanica* foi extrato de crotalária, que teve uma redução de 63%.

Para os dados de número de ovos/J2 de *M. javanica* nas raízes das plantas de soja no experimento com extratos radiculares, analisou-se os fatores extratos e com/sem glifosato, nos quais a análise de variância indicou que houve diferença significativa para ambos e também para a interação (Tabela 9).

Para os tratamentos com glifosato, houve diferença estatística entre os extratos avaliados. A testemunha foi a que proporcionou o maior aumento de ovos/J2 comparado aos demais, o extrato que mais reduziu o número de ovos/J2 foi

o extrato de trigo (95%), e sem glifosato o extrato que melhor reduziu o número de ovos/J2 foi o extrato de canola (97%). Podemos observar que para os dois experimentos todos os extratos tiveram algum efeito inibidor na reprodução de *M. javanica*, pois os mesmos tiveram redução no número de ovos/J2 do referido nematoide em comparação com a testemunha.

Tabela 9- Número de ovos/J2 de *M. javanica* nas raízes das plantas de soja após 45 dias de inoculação, para os tratamentos com/sem glifosato e extratos radiculares.

Extratos aquosos radiculares (5%)	Número de ovos/J2	
	Extratos Com Glifosato	Extratos Sem Glifosato
Canola	9158,00 bA	1380,00 bA
Crotalária	3077,33 bA	3547,50 bA
Braquiária	4970,25 bA	8593,00 bB
Girassol	9261,00 bA	11043,00 bA
Trigo	1452,00 bA	2593,00 bA
Tremoço	6378,00 bA	5186,66 bA
Testemunha	29312,00 aB	50862,66 aA
CV (%)	50,51	

As médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Em trabalho onde 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/200cm³ ao longo do perfil do solo. Corroborando com o presente trabalho onde extratos foliares e radiculares de trigo mostram-se eficientes na redução de ovos/J2 de *M. javanica* e também tiveram um bom potencial na redução do fator de reprodução.

Realizou-se também o cálculo do fator de reprodução (FR), para os dois experimentos (extratos foliares e extratos radiculares), usando a população inicial (Pi), inoculada (1.400 ovos/J2) aos 15 dias da emergência das plantas de soja (DAE), e a população final (Pf) obtida aos 60 dias após a emergência das plantas de soja (DAE).

Na Tabela 10, é apresentado o fator de reprodução dos tratamentos testados no experimento com extratos foliares (com e sem o uso de glifosato), pode-se observar que o fator de reprodução (FR) de todos os extratos testados apresentaram

valores superiores a 1,0 para FR, ou seja, apresentaram aumento da população do nematoide. O maior FR foi o da testemunha (9,30), e os FRs mais próximos a 1,0 foram o extrato de crotalária (3,42) e girassol (4,72).

Tabela 10- Populacional final de *M. javanica* inoculada em plantas de soja após serem submetidas aos tratamentos com extratos foliares e com ou sem uso do herbicida glifosato, cultivadas por 60 dias e o fator de reprodução (FR).

Extratos aquosos	Pf	FR
Foliares (5%)		
Canola	7420,87 ab	5,30
Crotalária	4799,62 b	3,42
Trigo	8149,00 ab	5,82
Braquiária	8173,00 ab	5,83
Tremoço	11473,00 ab	8,15
Girassol	6614,50 ab	4,72
Testemunha	13026,12 a	9,30

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem-se entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. Pf/Pi = FR (OOSTENBRINK, 1966).

Resultados deste trabalho condizem com o exposto por Dias et al. (2010) para *P. brachyurus*, no qual cita que diversas estratégias vêm sendo adotadas pelos sojicultores brasileiros para o manejo do mesmo, como a semeadura, na entressafra, de espécies de crotalária que não multiplicam o nematoide (FR=zero), especialmente *Crotalaria spectabilis*, é a que tem levado a uma redução mais rápida das populações do nematoide. Neste trabalho, para o nematoide das galhas (*M. javanica*), o menor fator de reprodução foi quando utilizado o extrato foliar de crotalária (3,42).

Devendra, Srinivas e Solmon (2012) detectaram a presença de duas classes de metabólitos secundários (alcaloides e terpenoides) em extratos etanólicos de folhas de *Crotalaria retusa*, *C. prostrata* e *C. medicaginea*, alguns dos quais têm sido reportados como compostos com ação nematicida.

Outro estudo realizado por Scupinari et al., (2016) sobre o efeito nematicida de extrato etanólico de sementes de *Crotalaria spectabilis*, foi observada mortalidade de 53% do nematoide *P. brachyurus*.

Camargo (2017), que testou o extrato etanólico de flores de crotalária e demonstrou efeito nematostático e nematicida para todos os quatro grupos de nematoides avaliados. A maior suscetibilidade foi observada para *H. glycines* com

59,6%, seguido de *P. brachyurus* com 51,2%. *M. javanica* e *A. basseyi* tiveram as mais altas taxas de recuperação, porém foram os que apresentaram 100% de imobilidade (efeito nematostático).

Em estudo realizado por Borges et. al, (2013) observaram o manejo de *M. incognita* em feijoeiro, dos tratamentos que foram testados, todos reduziram o número de juvenis no solo, dentre eles o extrato aquoso de crotalaria (47,5%), incorporação de folhas de crotalaria ao solo (42,8%), e aplicação de extrato de crotalaria via foliar (38,7%).

Podemos observar na Tabela 11 que o fator de reprodução (FR) dos tratamentos testados no experimento com extratos radiculares e com o uso de glifosato, o FR para todos os extratos testados apresentou valores superiores a 1,0, ou seja, apresentaram aumento da população do nematoide. O FR foi maior na testemunha (20,93), o extrato que teve o melhor resultado, diminuindo a população de *M. javanica* foi o extrato de trigo (1,03), seguido por extrato de crotalaria (2,19).

Tabela 11- Populacional final de *M. javanica* inoculada em plantas de soja após serem submetidas a tratamentos com extratos radiculares e uso de glifosato cultivadas por 60 dias e o fator de reprodução (FR).

Extratos aquosos radiculares (5%)	Pf	FR
Braquiária	9158,00 bA	3,55
Crotalaria	3077,33 bA	2,19
Canola	4970,25 bA	6,54
Girassol	9261,00 bA	6,61
Trigo	1452,00 bA	1,03
Tremoço	6378,00 bA	4,55
Testemunha	29312,00 aB	20,93

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem-se entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. Pf/Pi = FR (OOSTENBRINK, 1966).

DE BRIDA; WILCKEN (2012) estudando a resistência de cultivares de trigo a *M. incognita* e *M. javanica*, obtiveram como resultados que para *M. incognita* o FR das cultivares variaram de 0 a 0,02 no primeiro experimento e no segundo todas as cultivares proporcionaram o fator de reprodução FR variando de 0,02 a 0,70 considerando todas as cultivares resistentes também.

O estudo conduzido com *M. javanica*, no primeiro experimento, demonstram que todas as cultivares avaliadas foram consideradas resistentes, com FR igual a 0 e no segundo todas as cultivares foram consideradas resistentes com FR variando de 0,08 a 0,68 não permitindo a multiplicação dessa espécie de nematoide.

Resultados do presente trabalho são semelhantes, pois o uso do extrato radicular de plantas de trigo mostrou o menor fator de reprodução 0,98 comparado com os outros tratamentos e a testemunha.

Na Tabela 12 apresenta-se o fator de reprodução dos tratamentos testados no experimento com extratos radiculares e sem o uso de glifosato, nesta avaliação nem todos os extratos apresentaram valores de fator de reprodução (FR) maiores que 1,0, o extrato de canola que teve o FR de 0,98, mostrando assim que não aumentou a população e o maior FR, ou seja, o tratamento que mais aumentou a população de *M. javanica* foi o da testemunha (36,33).

O calculo do fator de reprodução (FR) realizado para todos os tratamentos e fatores mostram que a testemunha obteve o maior valor, indicando assim a eficiência dos extratos testados em reduzir a reprodução de *M. javanica*.

Tabela 12- População final de espécimes de *M. javanica* inoculada em plantas de soja submetidas a tratamentos com extratos radiculares e sem glifosato cultivadas por 60 dias e o fator de reprodução (FR).

Extratos aquosos radiculares (5%)	Pf	FR
Braquiária	1380,00 bA	6,13
Crotalária	3547,50 bA	2,53
Canola	8593,00 bB	0,98
Girassol	11043,00 bA	7,88
Trigo	2593,00 bA	1,85
Tremoço	5186,66 bA	3,70
Testemunha	50862,66 aA	36,33

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não difere-se entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. Pf/Pi = FR (OOSTENBRINK, 1966).

Monteiro et al. (2014) avaliando o controle de *Aphelenchoides besseyi* nas sementes *Brachiaria brizantha* tratadas com óleos essenciais, visualizaram que o óleo de mostarda (1,0%) mesma família da canola, controlou 44% dos nematoides, corroborando com este experimento onde o extrato de canola mostrou efeito promissor na redução (0,98) no fator de reprodução de *M. javanica*.

Neves et al. (2008) em estudo sobre óleo de mostarda (*Brassica campestris* L.) também relataram a atividade nematicida do mesmo. Esses autores obtiveram 100% de mortalidade de *Meloidogyne javanica* em tratamentos que receberam esse óleo, bem como naqueles que continham al alil isotiocianato, composto presente na mostarda.

Asmus e Andrade (2001) obtiveram resultados diferentes dos encontrados neste trabalho para canola. Mas, semelhantes para crotalária, em estudo realizado para conhecer a reprodução de *M. javanica*, viram que as culturas de guandu, guandu-anão e crotalária comportaram-se como resistentes a *M. javanica* e como tal devem ser priorizadas para uso em sucessão a soja em áreas infestadas pelo nematoide.

As culturas de canola e quinoa, por outro lado, foram as que permitiram a maior multiplicação do nematoide nas culturas de ervilhaca-peluda, tremço-branco e crambe, que mostraram-se suscetíveis, o nematoide multiplicou-se de forma menos intensa do que em canola e quinoa.

Testando os herbicidas Actofen, Clorimuron e Haloxifop, Macedo et al. (2012) não observaram em nenhuma das avaliações interação significativa. A população de *P. brachyurus* não sofreu impacto com o uso dos herbicidas testados. O mesmo foi visto nesse trabalho, onde a aplicação do herbicida glifosato só teve influência na altura das plantas de soja, nas demais avaliações não teve influência significativa nos testes realizados com *M. javanica*.

Nos ensaios realizados neste trabalho, não foram observados efeitos significativos do herbicida glifosato sobre o fator de reprodução de *M. javanica* (Tabelas 10, 11 e 12). Macedo et al. (2012), estudando uso de diferentes manejos herbicídicos em cultivares de soja sobre *Pratylenchus brachyurus*, observaram o mesmo resultado, tanto no ensaio de campo, como em casa de vegetação, não foram observados efeitos significativos da cultivar transgênica nem do herbicida glifosato sobre a densidade populacional de *P. brachyurus*.

Esperava-se que o herbicida glifosato influenciasse a população de nematoides, devido ao 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; 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.

Ao comparar o número de galhas (Tabela 6) e o número de ovos/J2 (Tabela 8) de *M. javanica*, podemos visualizar que o extrato de canola teve um resultado promissor, já que houve o menor número de galhas presentes nas raízes de soja e que este mesmo extrato também teve o menor número de ovos/J2 de *M. javanica*.

Ao comparar a Tabela 8 e 12 que são o número de ovos/J2 de *M. javanica* e o fator de reprodução do referido nematoide quando aplicados extratos radiculares das seis espécies vegetais com e sem glifosato, observamos que o extrato de folhas de canola teve o melhor resultado, pois diminuiu o número de ovos/J2 e o extrato de raízes de canola sem o uso do glifosato teve o menor fator de reprodução.

Também comparando a tabela 9 com a tabela 10, 11 e 12 observamos que o extrato radicular de plantas trigo tanto com e sem o uso do herbicida glifosato, foi o extrato que teve o melhor resultado, diminuindo o número de ovos de *M. javanica* e também foi o extrato que teve menor fator de reprodução comparado aos outros extratos e a testemunha.

A aplicação do glifosato foi pouco significativa em comparação ao efeito causado pela aplicação dos extratos. Apenas dados de altura foram observados influência do glifosato. Devemos ressaltar que todos os extratos tiveram algum efeito significativo na redução da população de *M. javanica* comparados a testemunha. No geral os melhores extratos vegetais foram os extratos de canola, crotalária e trigo que tiveram menor número de ovos/J2 e menor fator de reprodução.

3.6 CONCLUSÃO

O herbicida glifosato teve pouca interferência nas variáveis analisadas, mas seu uso diminuiu a altura das plantas de soja em 20% para extratos foliares e 25% para extratos radiculares.

Os extratos das seis espécies vegetais bem como o herbicida glifosato, aplicados de forma isolada ou combinada não influenciaram o número de vagens, acúmulo de massa fresca das raízes de soja e também não foi significativo para o número de massas de ovos *M. javanica*.

Para o número de galhas, com todos os extratos foliares testados houve redução de 43% em relação a testemunha, sendo o extrato de canola o melhor

extrato, com extratos radiculares, os extratos de tremoço, crotalária e braquiária reduziram significativamente (32%) o número de galhas em relação a testemunha.

O extrato de crotalária, no experimento com extratos foliares reduziu o número de ovos/J2 em 63% com relação à testemunha. Todos os extratos radiculares avaliados, com e sem glifosato, reduziram em 80% e 89% o número de ovos/J2 em relação a testemunha, respectivamente.

O FR de todos os tratamentos também foram menores em comparação com a testemunha, porém só o extrato de canola (0,98) teve o FR menor que 1,0, demonstrando assim, algum potencial para o controle de *M. javanica* em soja.

3.7 REFERÊNCIAS

ALBRECHT, L.P.; BARBOSA, A.P.; SILVA, A.F.M.; MENDES, M.A.; MARASCHISILVA, L.M.; ALBRECHT, A.J.P. Desempenho da soja *roundup ready* sob aplicação de glyphosate em diferentes estádios. **Planta Daninha**, v. 29, n. 3, p. 558-590, 2010.

ARRUDA, J.S et al. Nodulação e fixação do dinitrogênio em soja tratada com sulfentrazone. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.2, p.325-330, 2001. Disponível em: Acesso em: 20 out. 2008.

ARRUDA, J.S. et al. Crescimento de plantas de soja em função de doses de sulfentrazone. **Planta Daninha**, Viçosa, v.17, p.375-386, 1999.

ASMUS, 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**, 4p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado técnico, 37), 2001.

BARROS, A.F.; CAMPOSA, V.P.; SILVA, J.C.P. DA; PEDROSO, M.P.; MEDEIROS, F.H.V.; POZZA, E.A.; REALE, A.L. Nematicidal activity of volatile organic compounds emitted by *Brassica juncea*, *Azadirachta indica*, *Canavalia ensiformis*, *Mucuna pruriens* and *Cajanus cajan* against *Meloidogyne incognita*. **Applied Soil Ecology**, v. 80, p. 34–43, 2014.

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

BORGES, F.G.; BATTISTUS, A.G.; MÜLLER, M.A.; MIORANZA, T.M.; KUHN, O.J. Manejo alternativo de nematoides de galha (*Meloidogyne incognita*) em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) **Scientia Agraria Paranaensis – SAP**. Mal. Cdo. Rondon, v.12, suplemento, dez., p. 425-433, 2013.

BYRD, D.W.; FERRIS, H.; NUSBAUM, C.J. A method for estimating number of eggs of *Meloidogyne* spp. in soil. **Journal of Nematology**, v. 4, n. 4, p. 266-269, 1972.

CAMARGO, G.; MIYASAKI, A.K.; COTRIM, G.; SCUPINARI, T.; HOFFMANN-CAMPO, C.B.; DIAS, W.P.; LOPES, I.O.N.; NUNES, E.O. Potencial de extrato de flores de crotalária no controle de nematoides da soja. **Embrapa Soja**, 2017.

CAMPOS, V.P.; SOUZA, J.T.; SOUZA, R.M. Controle de fitonematóides por meio de bactérias. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, p. 285-327. 1998.

CONAB – Companhia Nacional de abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira – Grãos**. Monitoramento agrícola – Safra 2017/18, v.5. Safra 2017/18. Terceiro Levantamento, 2017.

COOLEN, W.A.; D'HERDE, C.J. A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue. **Ghent: State Nematology and Entomology Research Station**, 77 p. 1972.

CORRÊA, M.J.P. e ALVES, P.L.C.A. Eficácia de herbicidas aplicados em pós-emergência na cultura da soja convencional e transgênica. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 27, p. 1035-1046, 2009.

DE BRIDA, A.L.; WILCKEN, S.R.S. **Reação de aveia branca, trigo e sorgo a *Meloidogyne incognita* e *Meloidogyne javanica***. 2012.

DEVENDRA, B.N.; SRINIVAS, N.; SOLMON, K.S. A comparative pharmacological and phytochemical analysis of *in vivo* e *in vitro* propagated *Crotalaria* species. **Asian Pacific Journal of Tropical Medicine**, v. 5, n. 1, p. 37-41, 2012.

DIAS-ARIEIRA, C.R., FERRAZ, S., FREITAS, L.G. e MIZOBUTSI, E.H. Avaliação de gramíneas forrageiras para controle de *Meloidogyne incognita* e *M. javanica* (Nematoda). **Acta Scientiarum** 25:473-477. 2003.

DORAN, J.W. Soil microbial and biochemical changes associated with reduced tillage. **Soil Science**, Madison, v. 44, n. 4, p. 764-771, 1980.

EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Tecnologias de produção de soja - região Central do Brasil 2009 e 2010**. Londrina: Embrapa Soja, 2008. p. 262.

FERRAZ, S.; FREITAS, L.G.; LOPES, E.A.; DIAS-ARIEIRA, C.R. **Manejo sustentável de fitonematoídeos**. Viçosa: UFV, 245 p. 2010.

FERREIRA, D.F. **SISVAR: Sistemas de análises estatísticas**. Lavras: UFLA, 2003.

FREITAS, L.G.; LIMA, R. D'ARC de; FERRAZ, S. **Introdução à nematologia**. Cadernos didáticos, n. 58, 90 p. Viçosa: UFV, 2009.

FOLONI, L.L; RODRIGUES D; FERREIRA F; MIRANDA R; ONO E O. Aplicação de glifosato em pós-emergência, em soja transgênica cultivada no cerrado. Departamento de Produção e Desenvolvimento, Monsanto do Brasil, Rondonópolis, MT. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Passo Fundo – RS, N.º 3, p. 47-58, 2005.

GARDIANO, C.G.; FERRAZ, S.; LOPES, E.A.; FERREIRA, P.A.; CARVALHO, S. L.; FREITAS, L. G. Avaliação de extratos aquosos de espécies vegetais, aplicados via pulverização foliar, sobre *Meloidogyne javanica*. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 34, n. 4, p. 376-377, 2008.

HIRAKURI, M.H.; LAZZAROTTO, J.J. O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro. Documentos 349, Londrina: Embrapa Soja, 70p., 2014.

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

JUHÁSZ, A.C.P.; PÁDUA, G.P.; WRUCK, D.S.M.; FAVORETO, L.; RIBEIRO, N.R. Desafios fitossanitários para a produção de soja. **Defesa vegetal e sustentabilidade do agronegócio**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.34, n.276, p.66-75, 2013.

KRAUSZ, R.F.; YOUNG, B.G. Response of double-crop glyphosate-resistant soybean (*Glycine max*) to broadleaf herbicides. **Weed Technol.**, v. 15, n. 2, p. 300-305, 2001.

KREMER, R.J.; MEANS, N.E.; KIM, S. Glyphosate affects soybean an root exudation and rhizosphere microorganisms. **International Journal of Environmental and Analytical Chemistry**, 2005.

MACEDO, L.B.; ROCHA, M.R.; BARBOSA. K.A.G.; SANTOS, L.C.; TEIXEIRA, R. A. **Efeito de herbicidas sobre populações de *Pratylenchus brachyurus* em cultivares de soja**, 2012.

MONTEIRO, T.S.A.; NASU, E.G.C.; GUIMARÃES, C.P.; NEVES, W.S. MIZOBUSTI, E.H. e FREITAS, L.G. Redução de inoculo de *Aphelenchoides besseyi* em sementes de *Brachiaria brizantha* tratadas com óleos essenciais. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n.7, p.1149-1154, jul, 2014.

NETO, M.E.F.; PITELLI, R.A.; BASILE E, A.G; TIMOSSI, P.C. Seletividade de herbicidas pós-emergentes aplicados na soja geneticamente modificada. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 27, n. 2, p. 345-352, 2009.

NEVES, W.S. et al. Ação nematicida de óleo, extratos vegetais e de dois produtos à base de Capsaicina, Capsainóides e Alil isotiocianato sobre juvenis de *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood. **Nematologia Brasileira**, v.32, p.93-100, 2008. Disponível em: Acesso em: 05 jun, 2012.

NEVES, W.S.; FREITAS, L.G.; COUTINHO, M.M.; PARREIRA, D.F.; FERRAZ, S.; COSTA, M.D. Biofumigação do solo com espécies de brássicas para o controle de *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**, v. 31, n. 3, 2007.

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

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

PROCÓPIO, S.O. et al. Utilização de chlorimuron-ethyl e imazethapyr na cultura da soja Roundup Ready. **Planta Daninha**, v. 25, n. 2, p. 365-373, 2007.

RIZZARDI, M.A.; FLECK, N.G.; AGOSTINETTO, D.; BALBINOT JUNIOR, A.A. Ação de herbicidas sobre mecanismos de defesa das plantas aos patógenos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 5, p. 957-965, 2003.

SILVA, F.A.Z E AZEVEDO, C.A.V. The Assisat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal of Agriculture**, v.11, n.39, p.3733-3740, 2016.

SOTO, R.V.D.; SANTOS, P.S.; BALARDIN, R.S.; MADALOSSO, G. M.; LOPES, A.N.; REBELATTO, G.; DALLA FAVERA, D.; Influência da temperatura na sobrevivência de *Meloidogyne javanica* em diferentes profundidades no solo sob palha e cultivo de trigo no rio grande do sul. **XXXII Congresso Brasileiro de Nematologia**, 2015.

SBCS - Sociedade brasileira de ciência do solo. **Manual de adubação e calagem para o estado do Paraná**, Núcleo estadual do Paraná, 2017.

SCHWAN-ESTRADA, K.R.F.; STANGARLIN, J.R.; KUHN, O.J.; BONALDO, S.M. Uso de extratos vegetais e cogumelos na indução de resistência de plantas. In:

SCUPINARI, T.; GRAÇA, J.P. da; LOPES, I. de O.N.; DIAS, W.P.; HOFFMANN-CAMPO, C.B.; NUNES, E. de O. *Crotalaria spectabilis* seeds extract and associated adjuvants: nematicide effect on the *Pratylenchus brachyurus* juveniles. In: annual meeting of the international society of chemical ecology - isce, 32.; **Congresso of the latin american association of chemical ecology alaeq**, 4.; joint meeting ISCE/ALAEQ, 1., Iguaçu. Abstracts. Londrina, p. 121, 2016.

WARDLE, D.A.; YEATES, G.W.; WATSON, R.N.; NICHOLSON, K.S. The detritus food-web and the diversity of soil fauna as indicator of disturbance regimes in agroecosystems. **Plant and Soil**, The Hague, v. 170, p. 35-43, 1995.

WEAVER, L.M.; HERRMANN, K.M. Dynamics of the shikimate pathway in plants. **Trends Plant Sci.**, v. 2, n. 9, p. 346-351, 1997.

SANTOS, E.S.; LACERDA, J.T.; CARVALHO, R.A.; CASSIMIRO, C.M. Produtividade e controle de nematóides do inhame com plantas antagônicas e resíduos orgânicos. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**. João Pessoa, v.3, n.2, p.7-13, 2009.

SCRAMIN, S.; SILVA, H. P. FERNANDES L. M. S.; YHAN, C. A. avaliação biológica de extratos de 14 espécies vegetais sobre *Meioiodogyne incognita* raça 1. **Nematologia brasileira**, vol. XI. 1987

GARDIANO, C.G.; KRYZANOWSKI, A.A.; ABI SAAB, O.J.G. Eficiência de espécies de adubos verdes sobre a população do nematoide. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 2, p. 719-726, mar./abr. 2014.

4 CONCLUSÕES GERAIS

No ensaio *in vitro*, o desenvolvimento embrionário de ovos de *M. javanica* foi retardado pela utilização do herbicida glifosato (0,72 mL i.a) e também diminuiu a eclosão dos ovos em 100% para ambos experimentos (extratos foliares e extratos radiculares).

Os extratos aquosos das seis espécies vegetais testadas canola, crotalária, braquiária, girassol, trigo e tremoço, tiveram pouca interferência nas fases do desenvolvimento embrionário, mas quando utilizou-se extratos foliares (experimento I), mesmo não diferindo estatisticamente dos extratos de tremoço, braquiária e girassol o extrato de trigo mostrou-se o melhor extrato, pois não houve eclosão (0%), indicando potencial como nematicida.

In vivo, o uso do herbicida glifosato influenciou de forma negativa, diminuindo a altura das plantas de soja em 20% quando utilizado extratos foliares e 25% quando utilizado extratos radiculares.

Todos os extratos foliares testados reduziram significativamente o número de galhas de *M. javanica* (43%) em relação a testemunha. No experimento com extratos

radiculares, os extratos de tremoço, crotalária e braquiária reduziram significativamente (32%) o número de galhas em relação a testemunha.

O número de ovos/J2 de *M. javanica* nas plantas de soja foi reduzido em 63% com relação a testemunha, quando utilizado extrato foliares de crotalária (experimento I), independente ao uso de glifosato. No experimento com extratos radiculares, todos os extratos, com e sem glifosato, reduziram em 80% e 89% o número de ovos/J2 em relação a testemunha, respectivamente, demonstrando assim, algum potencial nematicida para o controle de *M. javanica*.

O FR de todos os tratamentos também foram menores em comparação com a testemunha, porém, no experimento com extratos radiculares e sem o uso de glifosato, o extrato de canola (0,98) teve o FR menor que 1,0, podendo assim ter potencial como indutor de resistência em plantas de soja.

5 REFERÊNCIAS

BENHAMOU, N.; BELANGER, R. R. Induction of systemic resistance to Pythium damping-off in cucumber plants by benzothiadiazole: ultrastructure and cytochemistry of the host response. **Plant Journal**, v. 14, n. 1, p. 13-21, 1998.

BLUM, L.E.B.; CARES, J.E.; UESUGI, C.H. **Fitopatologia: o estudo das doenças de plantas**. 1º ed. Brasília, 250p, 2006.

CAMPOS, V.P.; CAMPOS, J.R.; SILVA, L.H.C.P.; DUTRA, M.R. Manejo de doenças causadas por nematoides em fruteiras. In.: ZAMBOLM, L. **Manejo integrado: fruteiras tropicais-doenças e pragas**. Viçosa: UFV, 2002, 314p.

CONAB – Companhia Nacional de abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira – Grãos. Monitoramento agrícola – V. 5 - Safra 2017/18 - N. 1 - Primeiro levantamento, 2017.

DALLEMOLE-GIARETTA, R.; FREITAS, L.G.; NEVES, W. S.; COUTINHO, M.M.; FERRAZ, S. Efeito de extrato aquoso de sementes de abóbora sobre a eclosão e inativação de juvenis de *Meloidogyne javanica* e de *M. incognita*. **Revista Trópica Ciências Agrárias e Biológicas**, v.3, n.1, p.3-7, 2009.

DIAS, C.R.; SCHWAN, A.V.; EZEQUIEL, D.P.; SARMENTO, M.C.; FERRAZ, S. Efeito de extratos aquosos de plantas medicinais na sobrevivência de juvenis de *Meloidogyne incognita*. **Nematologia Brasileira**, v.24, n.2, p.203-210, 2000.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Nematoides em soja: identificação e controle**. 2010. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/download/CT76_eletronica.pdf>. Acesso em: 31 Jan. 2018.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Tecnologias de produção de soja: região Central do Brasil - 2009 e 2010. Londrina: **Embrapa Soja. Centro Nacional de Pesquisa de Soja**, 2008.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Embrapa soja. Centro Nacional de Pesquisa de Soja**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/web/portal/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>>. Acesso em: 27 set. 2017.

FERRAZ, L.C.C.B.; BROWN, D.J.F. **Nematologia de plantas: fundamentos e importância**. L.C.C.B. Ferraz e D.J.F. Brown (Orgs.). Manaus: Norma editora, 2016. 251 p. Il. ISBN: 978-85-99031-26-1, 2016.

FERRAZ, S.; FREITAS, L.G.; LOPES, E.A.; DIAS-ARIEIRA, C.R. **Manejo sustentável de fitonematoides**. Viçosa: UFV, 304p, 2010.

FERRAZ, L.C.C.B.; MONTEIRO, A.R. Nematoides. In: AMORIM, L.; KIMATI, H.; BERGAMIN FILHO, A. (Ed.). **Manual de fitopatologia: Princípios e conceitos**. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, p. 168-199, 2011.

FERRAZ, S.; VALLE, L.A.C. **Controle de fitonematóides por plantas antagônicas**. Viçosa: UFV, 73p. (Cadernos didáticos, 7), 2001.

GALLI, A.J.B.; MONTEZUMA, M.C. **Alguns aspectos da utilização do herbicida glifosato na agricultura**. Editora ACADCOM Gráfica e Editora Ltda 2005.

GARDIANO, C.G., FERRAZ, S., LOPES, E. A., FERREIRA, P.A.; AMORA, D.X.; FREITAS, L.G. Avaliação de extratos aquosos de várias espécies vegetais, aplicados ao solo, sobre *Meloidogyne javanica* (Treub, 1885) Chitwood, 1949. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.30, n.3, p.551-556, 2009.

GARDIANO, C.G., FERRAZ, S., LOPES, E. A., FERREIRA, P. A., CARVALHO, S. L. Pulverização de tinturas vegetais em tomateiros para o controle de *M. javanica*. Revista Trópica – **Ciências Agrárias e Biológicas**, Chapadinha, v.2, n.3, p.22-27, 2008.

GODOY, C. V. Doutora em Fitopatologia. Pesquisadora da Embrapa Soja, 2017.

LEVENE, B.C.; OWEN, M.D.K; TYLKA, G.L. Influence of herbicide application to soybeans on soybean cyst nematode egg hatching. **Journal of Nematology**, Hanover, v. 30, n. 3, p. 347-352, 1998.

LOPES, E.A.; FERRAZ, S.; FREITAS, L.G.; FERREIRA, P.A.; AMORA, D.X. Efeito dos extratos aquosos de mucuna preta e de manjerição sobre *Meloidogyne incognita* e *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**, v.29, n.1, p.67-74, 2005.

MOREIRA, M.D.; PICANÇO, M.C.; MARTINS, J.C., CAMPOS, M.R.; CHEDIK, M. Uso de inseticidas botânicos no controle de pragas. In.: ZAMBOLIM, L. (ed.). **Manejo Integrado de Doenças e Pragas: Hortaliças**. Viçosa: UFV, Departamento de Fitopatologia, p.577-606, 2007.

PUERARI, H. H.; DIAS-ARIEIRA, C. R.; CARDOSO, M. R.; HERNANDES, I.; BRITO, O. D. C. Resistance inducers in the control of root lesion nematodes in resistant and susceptible cultivars of maize. **Phytoparasitica**, Dordrecht, v. 14, n. 1, p. 447-449, 2015.

PUERARI, H. H.; DIAS-ARIEIRA, C. R.; DADAZIO, T. S.; MATTEI, D.; SILVA, T. R. B.; RIBEIRO, R. C. F. Evaluation of acibenzolar-S-methyl for the control of *Meloidogyne javanica* and effects on the development of susceptible and resistant soybean. **Tropical Plant Pathology**, Viçosa, v. 38, n. 1, p. 44-48, 2013.

RIZZARDI, M.A.; FLECK, N.G.; AGOSTINETTO, D; BALBINOT JUNIOR, A.A. Ação de herbicidas sobre mecanismos de defesa das plantas aos patógenos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 5, p. 957-965, 2003.

ROCHA, T.L.; MURAD, A.M.; EVARISTO, R.G.S.; ALMEIDA, W. S.; MAGALHÃES, J.C.C.; MATTAR, M.C.S.; GROSSI-DE-SÁ, M.F. Efeito nematicida de extratos aquosos de sementes de plantas sobre juvenis de segundo estágio de *Meloidogyne incognita*. **Comunicado técnico** 144, Brasília, 2006.

SALGADO, S.M.L.; CAMPOS, V.P. Eclusão e mortalidade de *Meloidogyne exigua* em extratos e em produtos naturais. **Fitopatologia Brasileira**, v.28, p.166-170, 2003.

SALGADO, M. L.; RESENDE, M. L. V.; CAMPOS V. P. Efeito de indutores de resistência sobre *Meloidogyne exigua* do cafeeiro. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 31, n. 4, p. 1007-1013, jul./ago., 2007.

SILVA, G.S.; SILVA, K.C.; PEREIRA, A.L. Efeito antagônico de *Vedélia* (*Sphagnetocola trilobata*) a *Meloidogyne incognita*. **Nematologia Brasileira**, v.27, n.1, p.17-22, 2008.

VALLAD, G. E.; GOODMAN, R. M. Systemic acquired resistance and induced systemic resistance in conventional agriculture. **Crop Science**, v. 44, n. 6, p. 1920-1934, 2004.