

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CAMPUS FREDERICO WESTPHALEN
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA – AGRICULTURA E
AMBIENTE

Carol Elisa Becker

ATIVIDADE NEMATICIDA DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE EXTRATOS
VEGETAIS DE CANOLA SOBRE *MELOIDOGYNE* SPP.

Frederico Westphalen, RS
2018

Carol Elisa Becker

**ATIVIDADE NEMATICIDA DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE EXTRATOS
VEGETAIS DE CANOLA SOBRE *MELOIDOGYNE* SPP.**

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Agronomia – Agricultura e Ambiente, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Agronomia**.

Orientadora: Prof^ª Dr^ª. Stela Maris Kulczynski

Frederico Westphalen, RS
2018

BECKER, CAROL ELISA
ATIVIDADE NEMATICIDA DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE
EXTRATOS VEGETAIS DE CANOLA SOBRE MELOIDOGYNE SPP. /
CAROL ELISA BECKER.- 2018.
54 p.; 30 cm

Orientadora: STELA MARIS KULCZYNSKI
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Campus de Frederico Westphalen, Programa de Pós
Graduação em Agronomia - Agricultura e Ambiente, RS, 2018

1. EFEITO DE EXTRATOS AQUOSOS DE CANOLA SOBRE A
ECLOSÃO E MORTALIDADE DE MELOIDOGYNE SPP E ANÁLISE
FITOQUÍMICA 2. AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DA APLICAÇÃO DE
EXTRATOS AQUOSOS DE CANOLA SOBRE MELOIDOGYNE SPP EM
TOMATEIRO I. KULCZYNSKI, STELA MARIS II. Título.

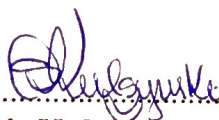
Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

Carol Elisa Becker

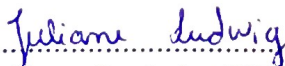
**ATIVIDADE NEMATICIDA DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE
EXTRATOS VEGETAIS DE CANOLA SOBRE *MELOIDOGYNE* SPP.**

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Agronomia – Agricultura e Ambiente, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Agronomia**.

Aprovada em 05 de abril de 2018:



.....
Stela Maris Kulczynski (UFSM)
(Presidente/Orientador)



.....
Juliane Ludwig (UFFS)



.....
Lúcia Somavilla (UFPEL)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e aos meus Guias Espirituais por terem me acompanhado em toda essa trajetória, através de boas energias e vibrações. Também, aos meus pais e ao meu esposo que não mediram esforços para que a minha trajetória acadêmica se concretizasse.

À minha orientadora, que sempre esteve a disposição para sanar qualquer dúvida ao longo desses dois anos, além das palavras de conforto. Agradecimento para a Capes que, através da bolsa de estudos, pode financiar esta pesquisa.

Aos meus tios, Carlos e Giovana, que me ajudaram em parte da pesquisa, orientando e colocando recursos dos seus projetos a disposição, estendendo o agradecimento a todo o grupo de pesquisa do Laboratório de Química do IFFar *campus* de Santo Augusto/RS.

Às minhas colegas mestrandas, Márcia, Andressa e Thaís, assim como aos meus colegas do grupo de pesquisa do Laboratório de Fitopatologia, que trabalharam sem medir esforços para que esta pesquisa se concretizasse.

Agradeço também ao meu amigo Cristiano, que sempre esteve a disposição para me ajudar em todo o trabalho.

Ao pesquisador da Embrapa Trigo, Gilberto Tomm, pela cedência das sementes de canola.

MUITO OBRIGADA!

*Agradeço todas as dificuldades que enfrentei;
Não fosse por elas, eu não teria saído do lugar.
(Chico Xavier)*

RESUMO

ATIVIDADE NEMATICIDA DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE EXTRATOS VEGETAIS DE CANOLA SOBRE *MELOIDOGYNE* SPP.

AUTORA: Carol Elisa Becker

ORIENTADORA: Stela Maris Kulczinsky

O tomate está entre as hortaliças mais produzidas no país, conseqüentemente, o monocultivo, faz com que mais doenças de plantas apareçam, diminuindo a produção e muitas vezes até, fazendo com que os produtores acabem abandonando a cultura. O nematoide das galhas está entre os principais agentes que acometem a cultura, reduzindo sua produção, causando prejuízos, muitas vezes, imensuráveis aos produtores. A principal medida de controle indicada é o manejo, envolvendo rotação de culturas, utilização de espécies resistentes, cuidado com maquinários infestados e aplicação de produtos químicos, biológicos ou alternativos. Entre os, produtos alternativos derivados das Brassicas, dentre elas a canola (*Brassica napus*), vêm sendo pesquisados, pelo fato de serem compostas por substâncias químicas que tem efeito nematicida, oriundos do seu metabolismo secundário. Diante disso, o objetivo do trabalho foi realizar aplicações de extratos aquosos de parte aérea e raiz de canola, em diferentes concentrações e formas de aplicação, em plantas de tomateiro infectadas com *Meloidogyne javanica*, *M. incognita* e *M. arenaria*, *in vitro* e *in vivo*, além da análise fitoquímica dos extratos vegetais. O experimento *in vitro* foi realizado em placas de microtitulação, do tipo Elisa, com a avaliação de juvenis e ovos das três espécies, testados frente aos extratos de parte aérea e raiz, nas concentrações de 0%, 10%, 15% e 20%, em um delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. Foram analisadas a mortalidade, eclosão de juvenis e a análise fitoquímica dos dois extratos. O experimento *in vivo* foi repetido, onde foram testadas aplicação no solo e pulverização mais aplicação no solo dos extratos aquosos de raiz e parte aérea das plantas de canola, nas concentrações de 0%, 10%, 15% e 20%, sobre plantas de tomateiro infectadas com 5000 ovos + J2, de *M. javanica*, *M. incognita* e *M. arenaria*, individualmente. O delineamento foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x2x4 (formas de aplicação x tipo de extrato x concentração), com seis repetições. Após 60 dias foram analisados, número de galhas, fator de reprodução, altura de parte aérea (cm), massa de parte aérea (g), massa de raiz. No experimento *in vitro*, ambos os extratos aquosos de canola causaram interferência tanto na eclosão quanto na mortalidade, a partir da concentração de 10%, inibindo-as na concentração de 20%. De acordo com a análise fitoquímica os compostos secundários presentes nos extratos foram: saponinas, alcaloides, flavonoides, terpenos e taninos. No experimento *in vivo*, os resultados observados foram semelhantes ao ensaio *in vitro*, onde ambos os extratos aquosos de canola demonstraram efeito nematicida ocasionando a redução do fator de reprodução e o número de galhas das três espécies de nematoides testadas, e incremento no desenvolvimento das plantas de tomateiro a partir da concentração de 10%, independente das formas de aplicação. Conclui-se que o extrato vegetal de canola por possuir compostos bioativos com propriedades nematicidas e/ou nematostáticas, é um potencial controlador do nematoide das galhas em tomateiro.

Palavras-chave: *Brassica napus* var. oleífera. Tomate. Nematóides das galhas. Manejo.

ABSTRACT

NEMATICIDE ACTIVITY OF DIFFERENT CONCENTRATIONS OF VEGETABLE CANOLA EXTRACTS ON MELOIDOGYNE SPP.

AUTHOR: CAROL ELISA BECKER

ADVISOR: STELA MARIS KULCZINSKY

Tomato is among the most produced vegetables in the country, consequently, monoculture, causes more plant diseases to appear, reducing production and often even causing producers to abandon their production. The gall nematode is among the major diseases affecting the crop, reducing its production, causing damage, often immeasurable to the producers. As has been indicated is the management, involving crop rotation, use of resistant species, care of infested machinery and application of chemical, biological or alternative products. In this context, alternative products from Brassicas, among them canola (*Brassica napus*), have been widely researched, because they are composed of chemical substances that have a nematicidal effect, originating from their secondary metabolism. Therefore, the objective of this work was to carry out applications of aqueous extracts of aerial part and root of canola, in different concentrations and forms of application, in tomato plants infected with *Meloidogyne javanica*, *M. incognita* and *M. arenaria*, in vitro and in vivo, as well as the phytochemical analysis of plant extracts. The in vitro experiment was carried out in Elisa type microtiter plates, with evaluation of juveniles and eggs of the three species, tested against extracts of shoot and root, at concentrations of 0%, 10%, 15% and 20% , in a completely randomized design with four replicates. Mortality, juvenile hatching and phytochemical analysis of the two extracts were analyzed. The in vivo experiment was repeated, where soil application and spraying and soil application of aqueous extracts of root and shoot of canola plants at concentrations of 0%, 10%, 15% and 20% were tested on plants of tomatoes infected with 5000 eggs + J2, from *M. javanica*, *M. incognita* and *M. arenaria*, individually. The design was completely randomized, in a 2x2x4 factorial scheme (application forms x type of extract x concentration), with six replications. After 60 days were analyzed, number of galls, reproduction factor, shoot height (cm), shoot mass (g), root mass. In the in vitro experiment, both aqueous extracts of canola caused interference in both hatching and mortality, from the concentration of 10% inhibiting them at the concentration of 20%. According to the phytochemical analysis the secondary compounds present in the extracts were: saponins, alkaloids, flavonoids, terpenes and tannins. In the in vivo experiment, the results were similar to the in vitro test, where both aqueous extracts of canola showed a nematicidal effect, reducing the reproductive factor and the number of galls of the three nematode species tested, as well as increasing plant development of tomato from the concentration of 10%, regardless of the application forms. It is concluded that the canola extract can be considered as potential for the alternative control of the gall nematode, mainly because they have bioactive compounds with nematicidal and / or nematodetic properties.

Keywords: *Brassica napus* var. *oleifera*. Tomato. Nematode of galls. Management.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	12
	CAPÍTULO I: EFEITO DE EXTRATOS AQUOSOS DE CANOLA SOBRE A ECLOSÃO E MORTALIDADE DE <i>MELOIDOGYNE</i> SPP E ANÁLISE FITOQUÍMICA	14
1	INTRODUÇÃO	14
2	MATERIAL E MÉTODOS	16
2.1	EFEITO DOS EXTRATOS DE CANOLA SOBRE A ECLOSÃO E MORTALIDADE DE JUVENIS DE <i>MELOIDOGYNE</i> SPP	16
2.2	ANÁLISE FITOQUÍMICA DOS EXTRATOS DE CANOLA.....	18
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
3.1	EFEITO DE EXTRATOS AQUOSOS DE CANOLA SOBRE A ECLOSÃO E MORTALIDADE DE JUVENIS DE <i>MELOIDOGYNE</i> SPP.	20
3.2	ANÁLISE FITOQUÍMICA DOS EXTRATOS AQUOSOS DE CANOLA.....	24
4	CONCLUSÃO	26
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28
	CAPITULO II: AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DA APLICAÇÃO DE EXTRATOS AQUOSOS DE CANOLA SOBRE <i>MELOIDOGYNE</i> SPP EM TOMATEIRO	31
1	INTRODUÇÃO	31
2	MATERIAL E MÉTODOS	33
2.1	ESPÉCIES DE NEMATOIDES	33
2.2	CULTIVO, SECAGEM E TRITURAÇÃO DAS PLANTAS DE CANOLA	34
2.3	PREPARO E APLICAÇÃO DOS EXTRATOS	34
2.4	AVALIAÇÃO	34
2.5	ANÁLISE ESTATÍSTICA	34
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
4	CONCLUSÃO	50
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51

1 INTRODUÇÃO

As hortaliças tem um impacto de 2% no PIB do agronegócio brasileiro. Com uma área cultivada de 800 mil hectares e uma produção total de 23 a 25 milhões de toneladas (NASCIMENTO e MELO, 2011).

Conforme o anuário brasileiro de hortaliças (2017), o Brasil está entre os principais produtores de hortaliças no mundo, ocupando a nona colocação no caso do tomate industrial. Na safra de 2018, o tomate se manteve na produção brasileira, sendo que se deixou de produzir nove produtos agrícolas (IBGE, 2018). Conforme o prognóstico/estimativa de 2019, ele continue na lista de produtos mantidos. Um dos setores que mais teve aumento de preços foi a alimentação e dentro dessa, as hortaliças e legumes, justificando também o aumento de área plantada (CLETO, 2017).

Um dos principais entraves é a incidência de doenças, tanto nas plantas quanto nos frutos, fazendo com que se reduza a produção e muitas vezes, com que se deixe de produzir na área. Os frutos necessitam de muitas aplicações de agrotóxicos para estarem sadios nas prateleiras, além de que, uma boa quantia da produção é perdida durante o transporte, devido aos danos por amassamento e pela falta de refrigeração.

As perdas das hortaliças por doenças são causadas por muitos fatores, como o ambiente favorável, o patógeno virulento e a suscetibilidade das cultivares. Nesse contexto, práticas de manejo podem influenciar nesses fatores, como a irrigação, densidade de plantio, a nutrição das plantas e a forma como são conduzidas (PEREIRA e PINHEIRO, 2012).

As doenças prejudicam o crescimento e o desenvolvimento das plantas, sendo que, onde o cultivo de hortaliças é realizado de forma intensiva, sem os devidos cuidados, as perdas podem chegar até 100% da produção (PEREIRA, PINHEIRO e CARVALHO, 2013). A correta identificação do patógeno e o conhecimento das doenças que acometem cada cultura são necessários para se realizar o manejo ideal.

A cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) é uma das hortaliças mais cultivadas no Brasil (MELO e VILELA, 2005) e apresenta suscetibilidade a várias doenças de origem fúngicas, bacterianas, viróticas e nematoses (*Meloidogyne* spp.) que influenciam direta ou indiretamente o rendimento e a sobrevivência das plantas.

Vários gêneros de nematoides podem infectar as raízes de tomateiro, sendo os principais as espécies do gênero *Meloidogyne* Goeldi que causam as maiores perdas à tomaticultura no Brasil (LOPES e SANTOS, 1994). Os sintomas primários associados ao parasitismo desses nematoides no tomateiro é a formação de galhas nas raízes, as quais

impedem a absorção de água e nutrientes, causando murchamento, redução do crescimento e deficiência nutricional e consequentemente afetando a produtividade e a qualidade dos frutos (PINHEIRO et al., 2014). De acordo com os mesmos autores os maiores prejuízos ocorrem em regiões quentes, com solos arenosos e com baixo teor de matéria orgânica.

Entre as várias espécies de *Meloidogyne* que podem atacar as plantas de tomateiro, no Brasil há predominância de *M. incognita* e *M. javanica*, por serem patógenos polígrafos e cosmopolitas (CAMPOS, 2000; SILVA et al., 2014).

O controle de fitonematoides é uma tarefa complexa, baseado no manejo dos níveis populacionais no solo, pois sua erradicação é praticamente impossível. Devido a isso, o que se tem recomendado aos produtores é um conjunto de técnicas ou manejo, como rotação de culturas, alqueive, uso de plantas antagonistas, variedades resistentes, controle biológico e químico (PINHEIRO, PEREIRA e SUINAGA, 2014).

Entretanto, esses métodos nem sempre são adequados às práticas do agricultor, apresentando restrições principalmente ao uso de nematicidas por serem altamente tóxicos ao homem e o meio ambiente. Por essas razões, métodos alternativos de controle têm sido estudados, a exemplo do uso de extratos de diferentes espécies e partes de plantas com propriedades nematicidas (FERRIS e ZHENG, 1999; NEVES et al., 2005).

Vários autores tem relatado o potencial de diferentes extratos vegetais para ser empregado no controle de nematoides devido a riqueza de seus compostos bioativos. Como Ferreira et al. (2013) que testaram extratos de *Sphagneticola trilobata*, *Tridax procumbens*, *Tagetes patula*, *Tithonia diversifolia*, *Unxia suffruticosa* e *Zinnia peruviana*, sobre *Meloidogyne incognita*; Mazzonetto et al. (2015), avaliaram extrato aquoso de mandioca sobre eclosão e inativação de *M. incognita*; Gardiano et al. (2009), testaram 20 extratos de diferentes plantas frente a população de *M. javanica*, em plantas de tomateiro, sendo que os extratos de *Mentha* spp., *Arctium lappa* e *Ricinus communis*, reduziram número de galhas em 75,6%, 65,7% e 54,4%, e o número de ovos em 81,7%, 75,9% e 56,6%, respectivamente.

As Brassicas vêm demonstrando um alto desempenho no controle alternativo de nematoide devido a sua capacidade de sintetizar glicosinolatos. Estes, por sua vez, são capazes de liberar principalmente compostos a base de enxofre. Esse processo só ocorre em plantas que possuem a enzima mirosinase, que é capaz de sintetizar essas substâncias, também presente na maioria das Brassicas, família a qual pertence a canola (*Brassica napus* var. oleífera) (FAHEY, ZALCMANN e TALALAY, 2000). Os compostos de enxofre são utilizados em muitos agrotóxicos, inclusive nematicidas, recomendados para biofumigação (AGROFIT, 2018).

Demais compostos secundários, que apresentam compostos fungicidas, nematicidas e inseticidas, também já foram encontrados em Brassicas, como flavonoides, alcaloides, saponinas, alcaloides, dentre outros (LOPES et al, 2016).

Neves et al. (2007), utilizaram parte aérea de repolho, mostarda, brócolis e couve-flor, para biofumigar solo infestado de *M. javanica* em plantas de tomate. Couve-flor, brócolis e mostarda reduziram 61,3%, 60,8% e 46,8%, respectivamente, o número de galhas e todos diferiram da testemunha, onde não foi utilizado nenhum controle, em relação ao fator de reprodução.

Lima (2006), também testou o potencial biofumigante com doses de folha desidratada, *in vitro*, de mostarda frente à *Heterodera glycines*, *M. javanica*, *M. exigua*, *M. enterolobii* e *M. incognita*, demonstrando-se uma boa alternativa como biofumigante.

Considerando o potencial da canola para o controle de fitonematoides, principalmente por possuir compostos químicos com provável potencial nematicida, o presente estudo foi dividido em dois experimentos. No primeiro, objetivou-se avaliar o efeito de extratos aquoso de parte aérea e raiz de canola sobre a eclosão e mortalidade de juvenis de segundo estágio, de *Meloidogyne arenaria*, *M. incognita* e *M. javanica*, bem como a identificação de compostos do metabolismo secundário das plantas de canola. No segundo experimento teve-se por objetivo avaliar o efeito de extratos aquosos de parte aérea e raiz em diferentes concentrações, com aplicação no solo e pulverização mais aplicação no solo, em plantas de tomateiro infectadas com *M. javanica*, *M. incognita* e *M. arenaria*, visando o controle alternativo destas espécies de nematoides.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGROFIT. **Sistema de agrotóxicos fitossanitários**. Brasília, 2003 Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 23 mar. 2018.
- CAMPOS, V.P.. Doenças causadas por nematóides em tomate. In: ZAMBOLIM, L., VALE, F.X.R. & H.COSTA (ed). **Controle de Doenças de Plantas Hortaliças**. UFV, Viçosa, p. 801-841. 2000.
- CLETO, C. I. Panorama Econômico–Outubro/2017. **Revista Vitrine da Conjuntura**, v. 10, n. 9, 2017.
- EDITORA GAZETA. Anuário brasileiro de hortaliças 2017. Santa Cruz do Sul, 2017. Disponível em: <<http://www.editoragazeta.com.br/flip/anuario-hortalicas-2017/files/assets/basic-html/index.html#1>> . Acesso em: 26 mar. 2018.
- FAHEY, J. W., ZALCMANN, A. T., TALALY, P. The chemical diversity and distribution of glucosinolates and isothiocyanates among plants. **Phytochemistry**, v. 56, n. 1, p. 5-51, Apr. 2000
- FERREIRA, I. C. M.; DA 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.
- FERRIS, H.; ZHENG, L. Plant sources of Chinese herbal remedies: Effects on *Pratylenchus vulnus* and *Meloidogyne javanica*. **Journal of nematology**, v. 31, n. 3, p. 241, 1999.
- GARDIANO, C. G.; FERRAZ, S., LOPES, E. A.; FERREIRA, P. A.; AMORA, D. X.; FREITAS, L. G. de. Avaliação de extratos aquosos de várias espécies vegetais, aplicados ao solo, sobre *Meloidogyne javanica* (Treub, 1885) Chitwood, 1949. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 30, n. 3, 2009.
- IBGE. IBGE atualiza lista de produtos agrícolas e atende nova realidade do campo. IBGE, Rio de Janeiro/RJ, 07 fev. 2018. Disponível em:<<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/19933-ibge-atualiza-lista-de-produtos-agricolas-e-atende-nova-realidade-do-campo.html>>. Acesso em: 26 mar 2018.
- LIMA, A. O. **Biofumigação do solo com brassica rapa para o controle de fitonematóides**. 2006. 44 p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Viçosa, MG, 2006.
- LOPES, C.A. & J.R.M. SANTOS.. **Doenças do Tomateiro**. EMBRAPA-SPI, Brasília, 67 p. 1994.
- LOPES, E. A.; FERRAZ, S. Importância dos fitonematoides na agricultura. OLIVEIRA, CMGs de; CASTRO, LHS; SANTOS, M. A. **Diagnose de Fitonematoides**. Campinas: Millenium, 2016.
- MAZZONETTO, F.; SOSSAI, V. L. M.; BENESSATTO, R.; MELO, V. P. de; PIZETTA, L. C. Avaliação da eficiência do extrato aquoso de mandioca sobre *Meloidogyne incognita in vitro*. **Revista Agroambiental**, v. 7, n. 4, 2015.

MELO, P. C. T.de; VILELA, N. J. Desafios e perspectivas para a cadeia brasileira do tomate para processamento industrial. **Horticultura brasileira**, v. 23, n. 1, 2005.

NASCIMENTO, W. M.; MELO, P.C.T. Panorama da cadeia produtiva de hortaliças no Brasil. **Curso sobre tecnologia de produção de sementes de hortaliças**, v. 11, 2011.

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

NEVES, Wânia 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, p. 195-201, 2007.

PEREIRA, R. B.; PINHEIRO, J. B. Manejo integrado de doenças em hortaliças em cultivo orgânico. **Embrapa Hortaliças-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2012.

PEREIRA, R. B.; PINHEIRO, J. B.; DE CARVALHO, A. D. F. Diagnose e controle alternativo de doenças em tomate, pimentão, curcubitáceas e cenoura. **Embrapa Hortaliças-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2013.

PINHEIRO, J. B.; BOITEUX, L. S.; PEREIRA, R. B.; ALMEIDA, M. R. A.; CARNEIRO, R. M. D. G. Identificação de espécies de *Meloidogyne* em tomateiro no Brasil. **Embrapa Hortaliças-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**, 2014.

PINHEIRO, J. B.; PEREIRA, R. B.; SUINAGA, F. A. Manejo de nematoides na cultura do tomate. **Embrapa Hortaliças-Circular Técnica (INFOTECA-E)**.2014.

SILVA, C.; SILVA, R. A.; VALE, W. G.; MELLO, A. C. T. Reação de cultivares de girassol (*Helianthus annuus l.*) a *Meloidogyne incognita* raça 3 e *Meloidogyne javanica*. **GLOBAL SCIENCE AND TECHNOLOGY**, v. 7, n. 1, 2014.

CAPÍTULO I: EFEITO DE EXTRATOS AQUOSOS DE CANOLA SOBRE A ECLOSÃO E MORTALIDADE DE *MELOIDOGYNE* SPP E ANÁLISE FITOQUÍMICA

1 INTRODUÇÃO

Fitonematoides são importantes fatores que limitam a produção de todas as espécies de plantas cultivadas, podendo as perdas causadas por estes patógenos variar de leves a severas, com a destruição total. Em áreas de cultivo de hortaliças, estes patógenos são responsáveis por perdas entre 20% e 100%, dependendo da densidade populacional, suscetibilidade da cultivar, espécie de nematoide, tipo de solo e condições ambientais (SIKORA e FERNANDÉZ, 2005; PINHEIRO, 2012).

No Brasil, os nematoides das galhas (*Meloidogyne* spp.) são os que causam maiores prejuízos em hortaliças (PINHEIRO et al., 2014), por serem polívoros, cosmopolitas e agressivos (LOPES e FERRAZ, 2016). Dentre as espécies de *Meloidogyne*, os principais parasitos de plantas hortícolas são *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria*, *M. hapla* e *M. enterolobii* (OLIVEIRA, 2007; FERRAZ et al., 2010).

O parasitismo desses nematoides, que são formadores de galhas, influencia diretamente o desenvolvimento da planta, através da deformação radicular, impedindo a absorção e translocação normal de água e nutrientes (TIHOHOD, 2000). Além disso, a ação nociva pode ser agravada pela associação com fungos, bactérias ou vírus, favorecendo a infecção do patógeno principal, e com isso modificando a fisiologia do hospedeiro, tornando-o mais suscetível a outros patógenos (OLIVEIRA, 2007)

O manejo de fitonematoides é complexo e, portanto, depende da adoção de um conjunto de estratégias como o uso de variedades resistentes, nematicidas químicos, rotação de culturas, controle biológico, pousio, adubação verde e controle físico (FERRAZ et al., 2010). Porém, a maioria dos métodos apresenta limitações (NEVES et al., 2008).

O controle químico, através do uso de nematicidas sintéticos, embora seja um método bastante empregado apresenta desvantagens como alto custo, toxicidade aos seres vivos e ao ambiente (DIAS-ARIEIRA et al., 2010), além de baixa eficiência. Assim como é custoso ao produtor não produzir em sua área por determinado tempo, ou utilizar alguma cultura em rotação que possa favorecer alguma outra espécie de nematoide. Diante desses impasses e tendo em vista uma agricultura sustentável, tem se buscado cada vez mais o desenvolvimento

de novas tecnologias e entre elas está o controle alternativo, a exemplo do uso de extratos de diferentes espécies e partes de plantas com propriedades nematicidas (NEVES et al., 2005).

Os extratos vegetais de muitas plantas possuem metabólitos secundários, que são compostos orgânicos que, em geral, podem atuar diretamente inibindo a eclosão e a movimentação dos nematoides, interferindo na localização das raízes por eles, ou ainda ativando mecanismos de defesa latentes das plantas (CHITWOOD, 2002; FERRAZ et al., 2010).

Vários trabalhos têm demonstrado o efeito nematicida e/ou nematostático de extratos de plantas sobre os nematoides das galhas, como o extrato de sementes de *Ricinus communis* e manipueira (BALDIN et al., 2012) e extratos de *Azadirachta indica*, *Curcuma longa* e *Crotalaria juncea* (BORGES et al., 2013) no controle de *Meloidogyne incognita*. Extratos de *Mentha* e *Lantana camara*, controlando *M. javanica* (COSTA, OLIVEIRA e SENÔ, 2016). Assim como o extrato de nim, cróton e mandioca, quando testados em *M. incognita* (ALMEIDA et al., 2017).

As plantas pertencentes ao grupo das brassicas possuem uma série de compostos químicos em sua constituição, que apresentam atividade nematicida (CHITWOOD, 2002) sobre o nematoide das galhas. Neves et al. (2005) avaliando o efeito *in vitro* do extrato cetônico de *Brassica campestris* L., verificaram que ocorreu uma redução de 47,0% na eclosão de juvenis de segundo estágio de *M. javanica*. Estudos sobre os efeitos da biofumigação do solo com *Brassica oleracea* var. *botrytis* L., *Brassica oleracea* var. *italica* L. e *Brassica juncea* L., reduziram o número de galhas causadas por *M. javanica* em 61,3%, 60,8% e 46,8%, respectivamente (NEVES et al. 2007)

Do mesmo modo a canola, pertencente ao gênero brassica apresenta substâncias em sua composição como os compostos secundários alcaloides, ácidos graxos, glucosinolatos, compostos fenólicos, taninos, dentre outros (TAIZ e ZIEGER, 2013), com efeitos nematicidas e/ou nematostáticos.

A maior parte dos estudos realizados caracteriza os compostos nematicidas como alcaloides, terpenos ou flavonoides que já foram mapeados em diferentes espécies do gênero Brassicas (FERRAZ et al., 2010). Dentro de cada grupo, existem divisões dos compostos, como por exemplo, dentro dos terpenos existem os triterpenos, e dentro dessa classe se localizam as saponinas que, nas plantas, desempenham defesa contra insetos e microrganismos (VIZZOTTO; KROLOW; WEBER, 2010).

Conforme os autores citados acima, os compostos fenólicos (flavonoides) que estão presentes no sabor, odor e coloração, bem como na lignina das plantas, conferem proteção às

plantas contra injúrias. Assim como os demais compostos, os alcaloides através da cafeína também defendem a planta.

Os glucosinolatos também são substâncias do metabolismo secundário das plantas e, estão presentes em cerca de 350 gêneros e mais de 3000 espécies (FAHEY; ZALCMANN; TALALAY, 2001), estes, dão origem aos isotiocianatos, que conferem sabor e odor característico às Brássicas. Possuem uma enzima chamada mirosinase que após a ruptura do tecido libera gases que possuem capacidade de biofumigação. Esses compostos possuem propriedades antifúngicas, antibacterianas, bioherbicida, biopesticida, antioxidante, antimutagênica e anticarcinogênica (VIG et al., 2010). Kuhn et al. (2015), testaram extrato dentre outros de canola (*Brassica napus*), *in vitro* e *in vivo*, todos apresentaram mortalidade elevada em *M. incognita*, sendo que o extrato de canola apresentou 92,8% de mortalidade.

Diante disso o presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito de extratos aquoso de parte aérea e raiz de canola sobre a eclosão e mortalidade de juvenis de segundo estágio, de *Meloidogyne arenaria*, *M. incognita* e *M. javanica*, bem como a identificação de compostos do metabolismo secundário das plantas de canola.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho constou de duas etapas, onde na primeira foi avaliado o efeito de extrato aquoso de canola sobre a mortalidade e eclosão de juvenis, e na segunda foi realizada a análise fitoquímica do extrato.

2.1 EFEITO DOS EXTRATOS DE CANOLA SOBRE A ECLOSÃO E MORTALIDADE DE JUVENIS DE *MELOIDOGYNE* SPP

2.1.1 Cultivo das plantas de canola

As sementes híbridas de canola Hyola 50 cedidas pela Embrapa Trigo foram semeadas em maio de 2016 e as plantas coletadas de agosto a setembro desse mesmo ano, durante o florescimento. No cultivo da canola não foi realizada nenhuma aplicação de produto químico para controle de doenças e pragas.

Após a coleta, as raízes das plantas foram lavadas e posteriormente separadas em raiz e parte aérea sem as flores. O material foi seco em estufa com temperatura em torno de 45°C

até a obtenção de massa constante, e então, armazenadas dentro de embalagens de papel, em local seco e arejado.

2.1.2 Extrato de Canola

A elaboração do extrato foi a partir de pó das raízes e da parte aérea das plantas de canola, o qual foi obtido após a trituração individual das partes em moedor da marca Marconi. Foram avaliadas as concentrações de 10%, 15% e 20% de extrato, elaboradas, respectivamente, a partir das quantidades de 10, 15 e 20 gramas de pó, de cada parte utilizada, completando-se com água destilada até 1 litro.

2.1.3 Inóculo de *Meloidogyne* spp

O inóculo do nematoide das galhas, usado nos ensaios foi obtido de uma população pura de *M. javanica*, *M. incognita* e *M. arenaria*, mantida e multiplicada em plantas de tomate da cultivar Santa Cruz (*Solanum lycopersicum* L.), cultivados em casa de vegetação, provenientes da coleção nematológica do laboratório de Fitopatologia da Universidade Federal de Santa Maria *campus* Frederico Westphalen/RS.

2.1.4 Montagem e avaliação do experimento de mortalidade e eclosão

Para o teste de eclosão, massas de ovos das espécies de *M. javanica*, *M. incognita* e *M. arenaria* foram retiradas de galhas em raízes de tomateiro com um auxílio de uma agulha, separadamente, e acondicionadas em erlenmeyer com 10 mL de água mais uma solução de hipoclorito (NaOCl) a 0,5% de concentração, sendo agitada manualmente por aproximadamente 3 minutos. Após, a solução foi vertida em peneira de 500 meshes e lavada várias vezes com água destilada, para retirada do hipoclorito, sendo então coletada em placa de Petri com aproximadamente 10 mL de solução (HUSSEY e BARKER,1973). Parte dessa solução foi utilizada para montar o teste de eclosão e parte foi colocada em funil de Baermann para a obtenção dos juvenis, sendo então, montado o teste de mortalidade após 24 horas.

Após a dissolução das massas de ovos, esses foram sugados com o auxílio de um tubo capilar e depositados em uma suspensão de 30 μ L com aproximadamente 20 ovos e colocados nas cavidades de placas de microtitulação contendo 70 μ L de cada tipo de extrato (raiz ou

parte aérea) filtrado. Como testemunha, foi utilizada uma suspensão de 20 ovos das três espécies citadas acima, imersos em 100 µL de água destilada esterilizada em cada orifício da placa. Finalizando, as placas foram vedadas com filme de PVC e mantidas no escuro, a 25°C.

A contagem dos J2 eclodidos foi realizada com o auxílio de microscópio estereoscópico, no 12º dia. A avaliação da mortalidade de J2 foi realizada em uma placa de microtitulação (tipo ELISA) com as mesmas quantidades de extrato citadas acima, caracterizando as três concentrações e adicionado uma suspensão de J2 com 20 nematoides em cada cavidade da placa, a qual foi vedada com filme de PVC e mantidas no escuro, a 25°C, durante 24 horas. Após, foram adicionados em cada orifício da placa, 10 µL de solução NaOH 1N (CHEN e DICKSON, 2000) e realizada a contagem do número de J2 mortos em cada cavidade, pela observação em microscópio estereoscópico, considerando-se como mortos os J2 que permaneceram com o corpo completamente distendido durante 3 minutos após a adição NaOH, sendo o resultado expresso em porcentagem de J2 mortos do total de J2 observados em cada repetição.

O ensaio foi montado em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x3+1 (extratos x concentração + testemunha), totalizando 8 tratamentos e 4 repetições. Os valores da eclosão e da mortalidade de J2 foram submetidos à análise de variância, sendo as médias dos extratos comparadas pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,01$) e para as doses a análise de regressão, utilizando-se o software SISVAR (FERREIRA, 2008).

2.2 ANÁLISE FITOQUÍMICA DOS EXTRATOS DE CANOLA

A composição química dos extratos da raiz e pó da parte aérea foram determinados individualmente, em testes qualitativos. Primeiramente, 40 g de pó de raiz e de pó de parte aérea foram misturados com 200 mL de etanol, sendo aquecidos em banho-maria a 50°C por 15 minutos para dissolver todas as partículas, obtendo-se o extrato etanólico da raiz e da parte aérea.

A partir do extrato etanólico foram obtidas duas frações por meio de partição líquido-líquido entre um solvente orgânico e etanol:água (5:1). Para a partição foram utilizados 50 mL do extrato etanólico da raiz, adicionando-se 50 mL de etanol, 10 mL de água, compondo a fase aquosa e 50 mL de hexano, denominada fase orgânica ou hexânica. Após 24 horas foi separada a fase orgânica e realizada uma segunda extração com 50 mL de hexano. Após as duas extrações, foram obtidos aproximadamente 110 mL de fase aquosa e 100 mL de fase hexânica. Para a partição do extrato da parte aérea, utilizou-se 50 mL do extrato etanólico da

parte aérea, adicionando-se 40 mL de metanol, 10 mL de água e 50 mL de hexano. Com a finalidade de realizar uma extração exaustiva, foi separado a fração orgânica e adicionado hexano mais duas vezes, cada vez 50 mL. Obteve-se aproximadamente 100 mL da fase aquosa e 150 mL da fase hexânica.

Após a extração e separação das frações, foram realizados testes para elucidação dos compostos secundários como saponinas, alcaloides, flavonoides, taninos e esteroides/triterpenoides, conforme descritos a seguir:

a) Saponinas

Em 2 mL do extrato etanólico e das frações aquosa e hexânica, foram adicionados 2 mL de clorofórmio e 5 mL de água destilada e logo após filtrados para um tubo de ensaio. Em seguida a solução foi agitada permanentemente por 3 minutos e observada a formação de espuma.

- Espuma persistente e abundante (colarinho) indicava a presença de saponina.

b) Alcaloides

Foi utilizado 2 mL do extrato etanólico e das frações aquosa e hexânica em tubo de ensaio, alcalinizado com quinze gotas de hidróxido de sódio a 1%, acrescido de 2 mL de água e adicionado 2 mL de clorofórmio. A fração aquosa foi desprezada e a fração clorofórmica acrescida de quinze gotas de ácido clorídrico a 1%, em seguida extraída com 2 mL de água. Essa fração clorofórmica foi desprezada e os testes realizados com a fração aquosa ácida, onde se acrescentou três gotas do reagente de Drangendorff para a verificação da presença de alcalóides.

- A formação de precipitados insolúveis e floculoso confirma a presença de alcaloides.

c) Flavonoides

Para esta determinação foi realizado o teste de cianidina ou Shinoda (HCl concentrado e magnésio), onde foram adicionados a 2 mL do extrato e das frações, aproximadamente 0,5 cm de magnésio em fita com 2 mL de ácido clorídrico concentrado. O fim da reação ocorre pelo término de efervescência.

- Aparecimento de coloração que varia de parda a vermelha, indica a presença de flavonoides no extrato.

d) Taninos

Em um tubo de ensaio contendo 2 mL do extrato e das frações foram adicionadas três gotas de solução alcoólica de FeCl_3 , agitando fortemente, observando qualquer variação de cor.

- Precipitado de tonalidade azul indica a presença de taninos hidrolisáveis, e verde, a presença de taninos condensados.

e) Esteroides/Triterpenoides

Os testes para esteroides/triterpenoides foram realizados pela reação de Lieberman-Burchard (anidrido acético + ácido sulfúrico concentrado), misturando-se 2 mL do extrato com 2 mL de clorofórmio, sendo em seguida a solução clorofórmica filtrada gota a gota em um funil com algodão coberto com alguns decigramas de Na_2SO_4 anidro. Em tubo de ensaio, foi adicionado 1 ml de anidrido acético, agitando suavemente, e acrescentado cuidadosamente três gotas de H_2SO_4 concentrado, agitando suavemente e observando, o desenvolvimento de cores.

- Coloração azul evanescente seguida de verde, indica a presença de esteroides/triterpenoides, respectivamente.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 EFEITO DE EXTRATOS AQUOSOS DE CANOLA SOBRE A ECLOSÃO E MORTALIDADE DE JUVENIS DE *MELOIDOGYNE* SPP.

Conforme os resultados encontrados, no teste *in vitro*, os extratos aquosos de canola demonstraram efeito nematicida no controle das espécies de nematoides das galhas. Na interação extratos versus doses a diferença entre os dois tipos de extratos de canola (parte aérea e raiz) sobre a eclosão e mortalidade de J2, somente foi observado para as espécies *M. incognita* e *M. javanica* (Tabela 1). Para *M. incognita*, esta diferença de efeito nematicida entre os extratos somente foi observado na concentração de 10%, entretanto para *M. javanica*, a diferença de eficiência na taxa de eclosão dos ovos foi observada na concentração de 10% e para mortalidade, em todas as concentrações, sendo o extrato de parte aérea o que mais reduziu a taxa de eclosão e proporcionou maior mortalidade dos juvenis. Quanto a eclosão e mortalidade de *M. arenaria* ambos os extratos de canola apresentaram efeito nematicida semelhante. Corroborando com estes resultados Kuhn et al.(2015) ao avaliarem vários extratos vegetais também observaram que o extrato de *Brassicac napus* paralisaram a eclosão

de ovos de *M. incognita*, demonstram que os extratos possuem substâncias que estão envolvidas na mortalidade e na inibição da eclosão. Franzener et al. (2007), testaram extratos aquosos de flores, folhas e raízes de *Tagetes patula* em *M. incognita*, encontrando inibição da eclosão e motilidade, além da mortalidade dos J2. Esses resultados comprovam que partes diferentes da planta podem apresentar compostos tóxicos aos fitonematoides, mesmo não sendo da mesma família botânica. Neves et al. (2005), testaram extratos de alho e mostarda, pimenta, óleo de mostarda e de dois produtos à base de capsaicina sobre a eclosão de J2, onde o óleo de mostarda e os dois produtos à base de capsaicina apresentaram inibição da eclosão em todas as concentrações testadas, já o extrato de mostarda apresentou taxa de eclosão de 47%, menor que a testemunha.

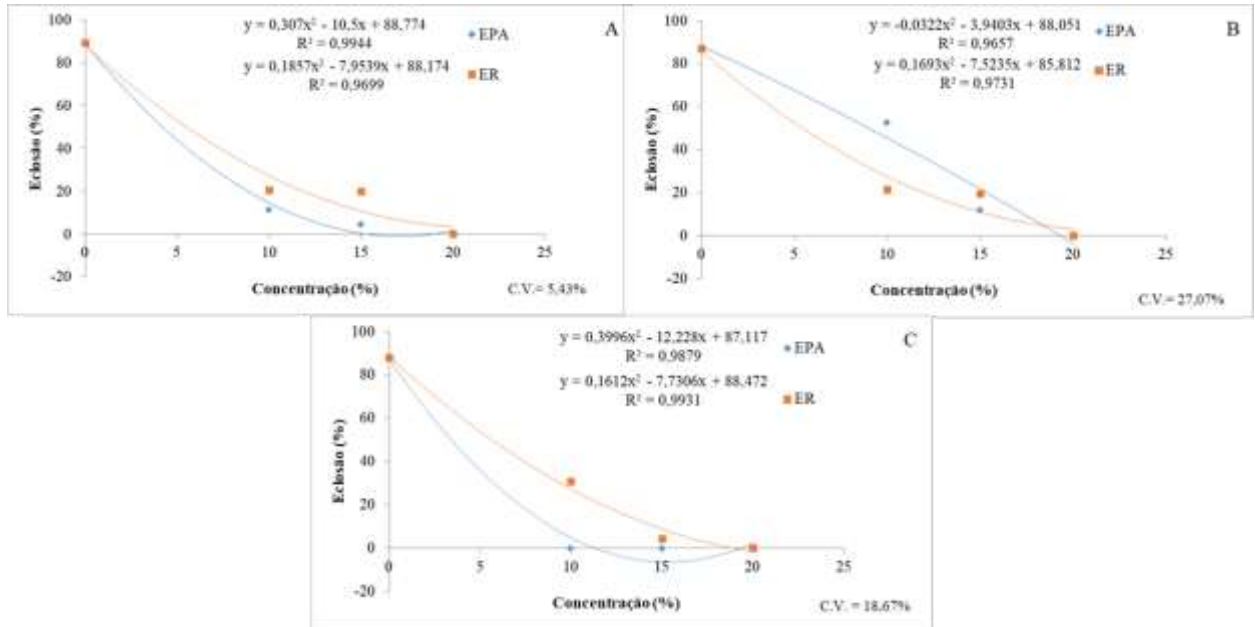
Tabela 1- Porcentagem de eclosão e mortalidade de J2 de *M. incognita* e *M. javanica* submetidos a diferentes doses de extratos aquosos de parte aérea e raiz de canola. Frederico Westphalen, 2018.

<i>Meloidogyne Incognita</i>				
Eclosão (%)				
Extratos	Concentração			
	0	10	15	20
Parte aérea	86,83 a	52,69 a	12,28 a	0,0 a
Raiz	86,83 a	21,35 b	19,27 a	0,0 a
C.V.= 27,07%				
Mortalidade (%)				
Parte aérea	10,11 a	100 a	100 a	100 a
Raiz	10,11 a	82,37 b	100 a	100 a
C.V.= 5,82%				
<i>Meloidogyne javanica</i>				
Eclosão (%)				
Extratos	Concentração			
	0	10	15	20
Parte aérea	87,91 a	0 b	0 a	0,0 a
Raiz	87,91 a	30,61 a	4,34 a	0,0 a
C.V.= 18,65%				
Mortalidade (%)				
Parte aérea	14,70 a	100 a	100 a	100 a
Raiz	14,70 a	82,18 b	88,55 b	93,83 b
C.V.= 4,78%				
Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey 1% de probabilidade.				

A ação diferencial dos extratos em relação as variáveis analisadas (eclosão e mortalidade) pode ser devido ao fato que a parte aérea da canola apresenta maior quantidade de compostos tóxicos, compostos esses que podem ser derivados dos metabólitos secundários e portanto demonstrando maior efeito nematicidas a todas as espécies de *Meloidogyne* avaliadas. Franzener et al. (2007), ao testar extrato de *Tagetes patula* em *M. incognita*, encontrou redução na eclosão para o extrato de raiz, porém, quando testada a porcentagem de J2 imóveis, todos os extratos (raiz, flor e folha), apresentaram resultados semelhantes.

Analisando-se as diferentes concentrações dos extratos aquosos de canola sobre a eclosão de ovos (Figura1) de *Meloidogyne* spp verificamos que para *M. arenaria* e *M. incognita*, houve uma redução gradativa da eclosão com o aumento das concentrações de ambos os extratos, sendo que na concentração de 20% inibiu totalmente. Já para *M. javanica* a inibição de 100% da eclosão foi verificada a partir da menor concentração (10%) do extrato de parte aérea e inibição na concentração de 20% do extrato de raiz. Esse fato pode ter ocorrido, devido a essa espécie ser menos suscetível aos compostos dessa planta.

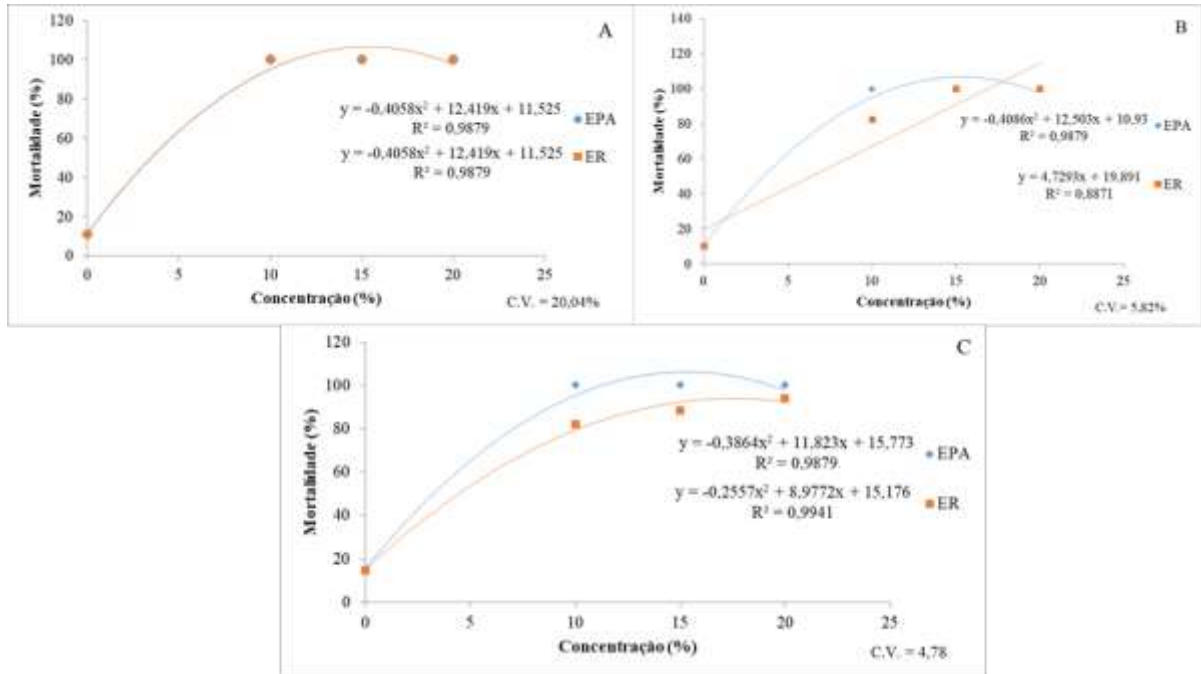
Figura 1: Porcentagem de Eclusão de *Meloidogyne arenaria* (A), *M. incognita* (B) e *M. javanica* (C), submetidos a diferentes doses de extratos aquosos de parte aérea (EPA) e raiz (ER) de canola.



De acordo com a Figura 2, os extratos aquosos de parte aérea de canola demonstraram potencial nematicida, ocasionando 100% de mortalidade de J2 de todas as espécies, logo após a exposição destes na concentração de 10%.

O efeito nematicida do extrato de raiz de canola variou com a concentração (Figura 2), proporcionando 100% de mortalidade de *M. arenaria* e *M. incognita*, nas concentrações de 10% e 15%, respectivamente. Já para *M. javanica* verificou-se um efeito nematostático, onde houve um aumento da mortalidade com o aumento das concentrações, atingindo um máximo de 93% na maior concentração (20%). Isto talvez se deva ao fato de o extrato de raiz apresentar menores quantidades dos compostos tóxicos, fazendo com que se necessitem maiores concentrações e/ou quantidades de aplicações para que ocasione a mortalidade total dos J2.

Figura 2: Porcentagem de Mortalidade de *Meloidogyne arenaria* (A), *M. incognita* (B) e *M. javanica* (C), submetidos a diferentes doses de extratos aquosos de parte aérea (EPA) e raiz (ER) de canola.



3.2 ANÁLISE FITOQUÍMICA DOS EXTRATOS AQUOSOS DE CANOLA

Conforme o quadro 1, com exceção dos taninos na raiz, todas as demais frações testadas, inclusive o extrato etanólico, tanto da parte aérea quanto da raiz, apresentaram a presença dos compostos analisados.

Quadro 1 - Testes de prospecção fitoquímica dos metabólitos secundários do extrato da parte aérea e raiz de canola (*Brassica napus*).

Análise	<i>Brassica napus</i> var. oleífera (parte aérea)				
	Flavonoides	Saponinas	Esteroides/triterpenoides	Taninos	Alcaloides
Extrato etanólico	+	-	+	+	+
Fração metanólica	+	+	+	-	+
Fração hexânica	-	-	+	-	+

<i>Brassica napus</i> var. oleífera (raiz)					
Extrato etanólico	+	-	-	-	+
Fração metanólica	+	+	-	-	+
Fração hexânica	-	-	+	-	+

O extrato etanólico e a fração metanólica da parte aérea e raiz apresentaram resultado positivo para o metabólito secundário flavonoides. Em relação as saponinas, apenas a fração metanólica da parte aérea e da raiz apresentaram esse metabólito. Quanto aos esteroides, triterpenoides, apenas não foram encontrados no extrato etanólico e na fração metanólica da raiz, os quais apresentaram resultado negativo. Já para os taninos, apenas o extrato etanólico da parte aérea confirmou sua presença. Todas as frações/extrato testados apresentaram a presença de alcaloides.

Como se observa no quadro, todos os metabólitos foram encontrados em alguma das frações, sendo na parte aérea ou na raiz, podendo justificar a alta percentagem de mortalidade e a diminuição da eclosão. Segundo Rocha (2014), metabólitos secundários como fenóis, flavonoides, saponinas, taninos e terpenos, são os compostos que mais se destacam na proteção da planta em relação ao parasitismo.

Ribeiro et al. (2012) ao avaliarem extratos de folhas de *Tagetes patula* L., raízes de *Hyptis suaveolens* e *Ocimum basilicum* encontraram em sua composição saponinas e flavonoides, que podem reduzir a população de *M. incognita* em tomateiro, e também o composto secundário taninos que tem efeito nematostático e são capazes de desorientar os nematoides.

As plantas que apresentam atividade anti-helmíntica possuem, em sua composição, alcaloides, que, nos *Meloidogynes*, provoca morte (CHITWOOD, 2002). Fato que foi comprovado pelo presente estudo, onde todas as frações de extrato analisadas apresentaram esse composto secundário capaz de ocasionar a morte dos juvenis. Ainda, conforme o mesmo autor citado acima, o efeito primário dos esteroides/triterpenoides pode estar na motilidade.

Borges (2017) afirma que a redução na eclosão de juvenis pode ser explicada pela presença de fenóis e flavonoides no extrato da planta testada.

Castañeda (2015), ao testar extrato de mucuna, *in vitro*, frente a *M. javanica*, encontrou a presença de flavonas que poderiam ser responsáveis pela atividade nematicida, assim como os compostos triterpenos, esteroides e flavonoides que podem ter efeito

desfavorável em relação aos nematoides. Essas informações também foram relatadas no presente estudo, onde tanto a parte aérea quanto a raiz das plantas de canola apresentaram esses compostos, justificando a alta mortalidade e redução da eclosão dos juvenis das três espécies testadas.

Rocha et al. (2017) ao testar resíduos de sisal em *M. incognita*, também encontrou efeito nematicida e atribuiu esse efeito à presença dos compostos secundários citados nesse trabalho, enfatizando o efeito das saponinas, devido a importância que apresentam na defesa das plantas contra pragas e patógenos. Corroborando com esses resultados, Mateus (2012), encontrou redução da eclosão e alta mortalidade *in vitro* de *M. incognita* e *M. javanica*, ao testar extratos aquosos de *Stachytarpheta cayennensis*, *Erythrina verna*, *Picramnia parvifolia*, *Bidens alba* e *Plantago major* e atribuiu esse efeito a diferentes compostos secundários das plantas, como terpenos, flavonoides e saponinas.

Conforme Adegbite e Adesyian (2005), saponinas, amidas, flavonoides, benzamidas e cetonas, isoladamente ou em conjunto, apresentam efeito nematicida, reduzindo ou inibindo a eclosão e causando mortalidade dos juvenis.

Em todas as frações testadas foram encontrados alcaloides, conforme se observa no Quadro 1, segundo Ratnadass et al. (2012), alcaloides são considerados nematotóxicos porque afetam o desenvolvimento larval do nematoide.

Além dos metabólitos citados, existem outros, conforme a bibliografia, encontrados nas Brassicas, que as protegem de parasitas, como os glicosinolatos, presentes em todas as plantas desse gênero. Segundo Borges et al.(2017) após a incorporação do seu material verde no solo, os glicosinolatos são hidrolisados, formando um gás tóxico, chamado de isotiocianato.

Rocha e Campos (2005), afirmam que Brassicas apresentam substâncias tóxicas a juvenis de segundo estágio, capazes de reduzir a sua eclosão. Também, Nelmes (1970), afirma que quando ocorre a hidrolisação da acetilcolina, o sistema nervoso do nematoide é afetado, diminuindo seus movimentos.

4 CONCLUSÃO

- Há diversos compostos secundários presentes em plantas de canola, com efeito nematicida e/ou nematostático;

- Extratos de canola possuem efeito nematicida sobre ovos e J2 de *M. incognita*, *M. javanica* e *M. arenaria*;
- Ocorre interferência na eclosão e mortalidade de *Meloidogyne* spp., quando utilizado baixas concentrações de extrato aquoso de canola;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADEGBITE, A. A.; ADESIYAN, S. O. Root extracts of plants to control root-knot nematode on edible soybean. **World Journal of Agricultural Sciences**, Ibadan, v. 1, n. 1, p. 18-21, 2005.
- ALMEIDA, F. A. de; LEITE, M. L. T.; FONSECA, W. L.; CARVALHO, R. M.; PEREIRA, F. F.; ABADE, C. L. P.; MENDONÇA JUNIOR, A. F. de; GONDIM, A. R. de O.; SILVA, L. M. A. da. Potential of plant ethanolic extracts on *Meloidogyne incognita* control in tomato. **African Journal of Agricultural Research**, v. 12, n. 42, p. 3106-3111, 2017.
- BALDIN, E. L. L.; WILCKEN, S. R. S.; PANNUTI, L. E. da R.; SCHLICK-SOUZA, E. C.; VANZEI, F. V. Uso de extratos vegetais, manipueira e nematicida no controle do nematoide das galhas em cenoura. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 38, n. 1, p. 36-41, 2012.
- BORGES, D. F. **Efeito nematicida de extratos de plantas do Cerrado e óleos essenciais**. 2017. 37 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa *Campus* de Rio Paranaíba, Minas Gerais, 2017.
- BORGES, D. F.; LOPES, E.A.; SOARES, M. S.; PINHEIRO, L. M.; ALBINO, R. E. A.; DIAS, W. M. L.; INÁCIO, F. M.; BORGES, E. J. S. Substâncias de origem vegetal e seu potencial para controlar fitonematoides. In: LOPES, E. A.; CARVALHO FILHO, A.; NOBRE, D. A. C.; MENDES, F. Q.; FERNANDES, F. L.; PINTO, F. G.; SILVA, G. H.; TRONTO, J.; VISÔTTO, L. E.; BORGES, P. D.; GOD, P. I. V. G.; RUAS, R. A. A.; NOVAIS, R. F. (Edit). **A química na produção vegetal**. Minas Gerais: Dos Autores, 2017. Cap. 7, p. 227-262.
- BORGES, F. G.; KUHN, O. J.; BATISTTUS, A. G.; ESTEVEZ, R. L.; COLTRO, S. Toxicidade de tratamentos alternativos e químicos in vitro sobre *Tubixaba tuxaua e Meloidogyne incognita*. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 12, p. 440-449, 2013.
- CASTAÑEDA, S. M. B. **Caracterização e avaliação da atividade nematicida de constituintes químicos da parte aérea de *Mucuna pruriens var. utilis***. 2015. 68 p. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) – Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2015.
- CHEN, S. Y.; DICKSON, D. W. A technique for determining live second - stage juveniles of *Heterodera glycines*. **Journal of Nematology**, v.32, p.117-121. 2000.
- CHITWOOD, D. J. Phytochemical based strategies for nematode control. **Annual review of phytopathology**, v. 40, n. 1, p. 221-249, 2002.
- COSTA, B. O. G.; OLIVEIRA, M. H. de; SENÔ, K. C. A. Efeito do extrato aquoso de hortelã e cambará no desenvolvimento do tomateiro infestado por *Meloidogyne javanica*. **Nucleus**, v. 13, n. 1, p. 15-24, 2016.
- DIAS-ARIEIRA, C. R., MATTOS, R. F.; SASSAKI, T. Z.; PUERARI, H. H.; CUNHA, T. P. L.; BIELA, F.; CHIAMOLERA, F. M. Manejo de *Meloidogyne incognita* utilizando efluentes de biodigestor à base de repolho, mostarda, alho e pimenta. **Nematologia Brasileira**, v. 34, p. 143-149, 2010.

- FAHEY, J. W., ZALCMANN, A. T., TALALY, P. The chemical diversity and distribution of glucosinolates and isothiocyanates among plants. **Phytochemistry**, v. 56, n. 1, p. 5-51, Apr. 2000
- FERRAZ, S.; FREITAS, L.G.; LOPES, E.A.; DIAS-ARIEIRA, C.R. **Manejo sustentável de fitonematoides**. 1. ed. Viçosa: Editora UFV, 2010, p. 306.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. In: **Revista symposium**. 2008. p. 36-41.
- FRANZENER, G.; MARTINEZ-FRANZENER, A. S.; STANGARLIN, J. R.; FURLANETTO, C.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F. Proteção de tomateiro a *Meloidogyne incognita* pelo extrato aquoso de *Tagetes patula*. **Nematologia Brasileira**, v. 31, n. 1, p. 27-36, 2007.
- HUSSEY, R. S.; BARKER, K. R. A comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp., including a new technique. **Plant Disease Reporter**, St Paul, v.57, p.1025-1028, 1973.
- KUHN, P. R.; BELLE, C.; REINEHR, M., KULCZYNSKI, S. M. Extratos aquosos de plantas daninhas, aromáticas e oleaginosas no controle de *Meloidogyne incognita*. **Nematropica**, v. 45, n. 2, p. 150-157, 2015.
- LOPES, E. A.; FERRAZ, S. Importância dos fitonematoides na agricultura. OLIVEIRA, CMGs de; CASTRO, LHS; SANTOS, MA. **Diagnose de Fitonematoides**. Campinas: Millenium, 2016.
- MATEUS, M. A. F. **Extratos aquosos de plantas medicinais no controle de nematoides das galhas**. 2012. 50 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, 2012.
- NELMES, A. J. Behavioral responses of *Heterodera rostochiensis* larvae to aldicarb and its sulfoxide and sulfone. **Journal of Nematology**, v. 2, n. 3, p. 223, 1970.
- NEVES, W. dos S.; FREITAS, L. G. de, DALLEMOLE-GIARETTA, R.; FABRY, C. de F. S.; COUTINHO, M. M.; DHINGRA, O. D.; FERRAZ, S.; DEMUNER, A. J. Atividade de extratos de alho (*Allium sativum*), mostarda (*Brassica campestris*) e pimenta malagueta (*Capsicum frutescens*) sobre eclosão de juvenis de *Meloidogyne javanica*. **Nematologia brasileira**, v. 29, n. 2, p. 273-278, 2005.
- NEVES, W.S.; FREITAS, L. G.; LOPES, E. A. COUTINHO, M. M.; DALLEMOLE - GIARETTA, R.; FERRAZ, S. Efeito, in vitro, do extrato de sementes de mamão sobre a eclosão e juvenis de *Meloidogyne* spp. **Revista Trópica Ciências Agrárias e Biológicas**.v.2, n. 3, p. 914, 2008.
- NEVES, Wânia dos Santos et al. Uso de resíduos vegetais para o controle dos nematoides das galhas *Meloidogyne javanica* (Treub) e *Meloidogyne incognita* (Kofoid e White). 2007.
- OLIVEIRA, C. M. G. Panorama das doenças e pragas em horticultura: doenças causadas por nematoides. **Biológico**, São Paulo, v. 69, p. 85-86, 2007.
- PINHEIRO, J. B. Os desafios atuais da nematologia no contexto da olericultura: *Meloidogyne enterolobii* (sin. *M. Mayaguensis*) em hortaliças. **Hortaliças em revista**, Brasília, ano 1, n. 4, p. 12, 2012.

- PINHEIRO, J. B.; BOITEUX, L. S.; PEREIRA, R. B., ALMEIDA, M. R. A.; CARNEIRO, R. M. D. GOMES. **Identificação de espécies de *Meloidogyne* em tomateiro no Brasil**. 1. ed. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2014. 16 p.
- RATNADASS, A.; FERNANDES, P.; JACQUES, A.; HABIB, R. Plant species diversity for sustainable management of crop pests and diseases in agroecosystems: a review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 32, n. 1, p. 273-303, 2012.
- RIBEIRO, H. B.; RIBEIRO, R. C. F.; XAVIER, A. A.; CAMPOS, V. P.; DIAS-ARIEIRA, C. R.; MIZOBUTSI, E. H. 2012. Resíduos de frutos de pequi no controle do nematóide das galhas em tomateiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 3, p. 453-458, 2012.
- ROCHA, F. da C.; DAMASCENO, J. C. A.; SOARES, A. C. F.; JESUS, F. N. de; CONCEIÇÃO, M. S. UTILIZAÇÃO DO RESÍDUO DE SISAL NO CONTROLE DE *Meloidogyne incognita* EM BANANEIRA. **Cadernos Macambira**, v. 1, n. 2, 2017.
- ROCHA, F. S.; CAMPOS, V.P. Ação de exsudatos radiculares de plantas na eclosão, motilidade, mortalidade e penetração de juvenis de *Meloidogyne incognita*. **Summa phytopatológica**, v. 31, n. 2, p. 187-193, 2005.
- ROCHA, R. de O. **Exsudatos de sementes de soja [*glycine max* (L.) Merrill]: caracterização proteômica e efeitos contra o nematoide das galhas *Meloidogyne incognita***. 2014. 111 p. Dissertação (Mestrado em Bioquímica) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.
- SIKORA, R. A.; FERNANDEZ, E. Nematode parasites of vegetables. **Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture**, v. 2, p. 319-392, 2005.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.
- TIHOHOD, D. **Nematologia agrícola aplicada**. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000.
- VIG, A. P.; RAMPAL, G.; THIND, T. S.; ARORA, S. Bio-protective effects of glucosinolates – A review. **LWT - Food Science and Technology**, v. 42, n. 10, p. 1561-1572, 2010.
- VIZZOTO, M.; KROLOW, A. C.; WEBER, G. E. B. **Metabólitos secundários encontrados em plantas e sua importância**. 1. ed. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. 16 p.

CAPITULO II: AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DA APLICAÇÃO DE EXTRATOS AQUOSOS DE CANOLA SOBRE *MELOIDOGYNE* SPP EM TOMATEIRO

1 INTRODUÇÃO

O cultivo de hortaliças vem crescendo muito nos últimos anos, devido à conscientização dos benefícios fornecidos pelo seu consumo e devido ao alto valor agregado da produção. Carvalho, Kist e Treichel (2016) informam que o Brasil encontra-se entre os dez primeiros colocados no ranking de produção, sendo que produtos como a melancia e a mandioca ocupam o quarto lugar. Segundo dados do mesmo anuário, em 2012, a produção brasileira de hortaliças chegou a 1,5 bilhão de toneladas.

Além de contribuírem para o aumento de renda do produtor, devido ao retorno econômico ocorrer rapidamente, ainda, contribuem para o aumento da qualidade de vida dos consumidores, que procuram produtos ricos em vitaminas, minerais, fibras e antioxidantes (RODRIGUES, 2012). Boa parte desses consumidores ainda procura, dentro da cadeia das hortaliças, produtos diferenciados, como os orgânicos, ou alimentos com rastreabilidade, tendo o completo conhecimento de toda a sua produção, reduzindo os riscos de consumir produtos contaminados com produtos fitossanitários.

Diante desses fatores que as hortaliças vêm conquistando cada vez mais mercado. E com o tomate não é diferente, sua produção e sua área plantada vêm aumentando gradualmente desde 2004, conforme dados do IBGE (2015). Segundo dados do IBGE (2017), na safra de 2016 foram cultivados 64.277 hectares com tomate. Esse fato vem ocorrendo devido ao alto preço pago pelo consumidor, refletindo, conseqüentemente, no aumento de renda dos produtores.

Entre os principais fatores de redução da área plantada são os problemas fitossanitários, que causam impacto no desenvolvimento das culturas. Dentre esses, podemos citar dois grandes grupos, os que são causados por fatores de ordem biótica e os causados por fatores de ordem abiótica (KIMATI et al., 2005). Segundo Assis et al. (2011), os de origem abiótica são causadas por fatores ambientais, tais como vento, chuva, granizo. Os de origem biótica sofrem influência dos fatores ambientais, porém, são causadas por organismos que reduzem significativamente a produção, podendo ser citados, fungos, bactérias, nematoides, vírus e insetos.

Os fitonematoides são responsáveis por causar grandes perdas em áreas de produção de tomate, onde em determinadas situações é praticamente impossível o cultivo dessas hortaliças em áreas com a presença destes organismos, sendo os nematoides do gênero *Meloidogyne* Goeldi (1887) um dos principais responsáveis por estas perdas. O seu ciclo de vida ocorre todo no solo, penetrando nas raízes das plantas, definindo seu sítio de alimentação, causando extravasamento do conteúdo celular, formando “células gigantes”, que caracterizam o sintoma de galhas nas raízes além de plantas com nanismo, sendo esta sintomatologia observada em reboleiras nas lavouras (KIMATI et al., 2005).

Em geral, hortaliças são muito suscetíveis ao ataque de nematoides (NEVES et al., 2007), podendo as perdas com estes patógenos chegar a 100%, dependendo da cultivar utilizada e da infestação da área (SILVA et al., 2014).

No Brasil têm sido constatadas seis espécies de *Meloidogyne* em tomateiros: *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria*, *M. hapla*, *M. thamesi* e *M. exigua*. Entretanto apenas as quatro primeiras espécies tem boa distribuição mundial, sendo que no Brasil há predominância de *M. incognita* e *M. javanica* (CAMPOS, 2000; SILVA et al., 2014).

Muitos métodos podem ser empregados no controle, como rotação de culturas, variedades resistentes, controle químico, biológico e alternativo, dentre outros. Porém, durante muitos anos o uso de nematicidas foi o mais utilizado, entretanto, apresentou restrições por ser altamente contaminante, tanto para o solo, quanto para seres vivos, justificando a pesquisa na área de controle biológico e alternativo (MOREIRA et al., 2015).

Nesse contexto, diversas pesquisas estão sendo realizadas com extratos vegetais e óleos essenciais de plantas como, por exemplo, extrato de plantas de *Tagetes patula* L., *Plantago major*, *Ocimum basilicum*, óleos essenciais de *Lippia sidoides* Cham., *Cymbopogon*, *Eucalyptus*, etc., que apresentam em sua composição, componentes repelentes ou até mesmo tóxicos com efeitos nematicidas (LIMA e CARDOSO, 2013).

Um gênero que tem sido bastante estudado, juntamente com os seus compostos tóxicos para habitantes de solo, são as Brassicas, que apresentam componentes sulfurados, como os glicosinolatos capazes de reduzir em até 100% o desenvolvimento de parasitas habitantes de solo, como nematoides (NEVES et al., 2008; FAHEY; ZALCMANN; TALALAY, 2000).

Angelotti-Mendonça et al. (2016), relatam que apesar de serem cultivadas plantas, como a canola, por exemplo, com pouca quantidade desses compostos, pois podem apresentar efeito alelopático, ainda pode-se ter um efeito supressor a patógenos de solo, como oomicetos e nematoides.

De acordo com outros estudos várias espécies de plantas apresentam substâncias nematocidas como alcalóides, ácidos graxos, isotiocianatos, glicosídeos acianogênicos, terpenóides, compostos fenólicos e outros (DALLEMOLE- GIARETTA et al. 2009).

A canola, sendo uma planta pertencente às Brassicas, também apresenta compostos capazes de reduzir as populações de fitoparasitas de solo. Diante disso, este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de extratos aquosos de parte aérea e raiz em diferentes concentrações, e formas de aplicação, em plantas de tomateiro infectadas com *M. javanica*, *M. incognita* e *M. arenaria*, visando o controle alternativo destas espécies de nematoides.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Instituto Federal Farroupilha de Frederico Westphalen/RS e as análises realizadas no laboratório de Fitopatologia da UFSM *Campus* de Frederico Westphalen. O trabalho foi repetido por duas vezes, para se verificar o real potencial de controle dos extratos aquosos de canola sobre a meloidoginose do tomateiro, e a temperatura média encontrada no primeiro experimento foi de 21,29°C e no segundo a temperatura média foi de 23,17°C (INMET, 2018).

2.1 ESPÉCIES DE NEMATOIDES

As três espécies de nematoides utilizadas, *M. javanica*, *M. incognita* e *M. arenaria*, foram provenientes da coleção de nematoides da Universidade Federal de Santa Maria *campus* Frederico Westphalen, mantidas e multiplicadas em tomateiro da cultivar Santa Cruz, cultivados em casa de vegetação.

Para obtenção do inóculo, raízes de tomateiros infectadas com cada uma das populações de *Meloidogyne* spp., foram processadas separadamente conforme metodologia de Hussey e Barker (1973) modificada por Bonetti e Ferraz (1981). As três espécies foram inoculadas em plantas de tomate do cultivar Santa Cruz, cultivadas por aproximadamente 20 dias, em vasos com solo esterilizado de 5L, em seis repetições, na quantidade de 5000 ovos + juvenis, por planta. As mudas de tomateiro foram obtidas em bandejas de poliestireno com 128 células, contendo substrato comercial PlantMax®, sendo que, no décimo sétimo dia, foram destacadas da bandeja e transplantadas para os vasos.

2.2 CULTIVO, SECAGEM E TRITURAÇÃO DAS PLANTAS DE CANOLA

As sementes de canola Hyola 50 foram semeadas em área experimental no período recomendado para a cultura. Conforme ocorria o florescimento, as plantas eram coletadas e separadas em parte aérea sem flores e raiz, colocadas em estufa de secagem a 65°C, até atingirem massa constante.

Após a realização desses processos, as plantas foram trituradas em moedor Marconi, obtendo-se o pó da parte aérea e da raiz. As sementes de canola foram gentilmente cedidas pelo pesquisador da Embrapa Trigo, Gilberto Tomm.

2.3 PREPARO E APLICAÇÃO DOS EXTRATOS

Os extratos foram confeccionados com o pó das folhas e raízes das plantas de canola e misturados com água, separadamente. Para a composição dos extratos, foram utilizadas as quantidades de 10g, 15g e 20g provenientes de cada parte da planta moída, com adição de 80 mL, 85 mL e 90 mL de água. O tratamento controle foi representado pelo tomateiro tratado apenas com água.

A aplicação dos extratos nas três espécies foi realizada de duas formas, somente no solo (via solo) e pulverizadas na parte aérea e aplicado no solo (via foliar + solo). A aplicação iniciou três dias após a inoculação, sendo realizada a cada 15 dias, até o sexagésimo dia, totalizando 3 aplicações.

2.4 AVALIAÇÃO

A eficiência dos extratos foi avaliada através do número de galhas, fator de reprodução, além de altura de planta (cm), massa fresca da parte aérea (g) e massa fresca do sistema radicular (g).

2.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O experimento foi montado em um esquema fatorial (2x3+1x2), sendo testadas duas formas de aplicação, três concentrações de extrato mais a testemunha (água) e dois tipos de extrato, para cada espécie de *Meloidogyne*, com seis repetições. Os resultados foram

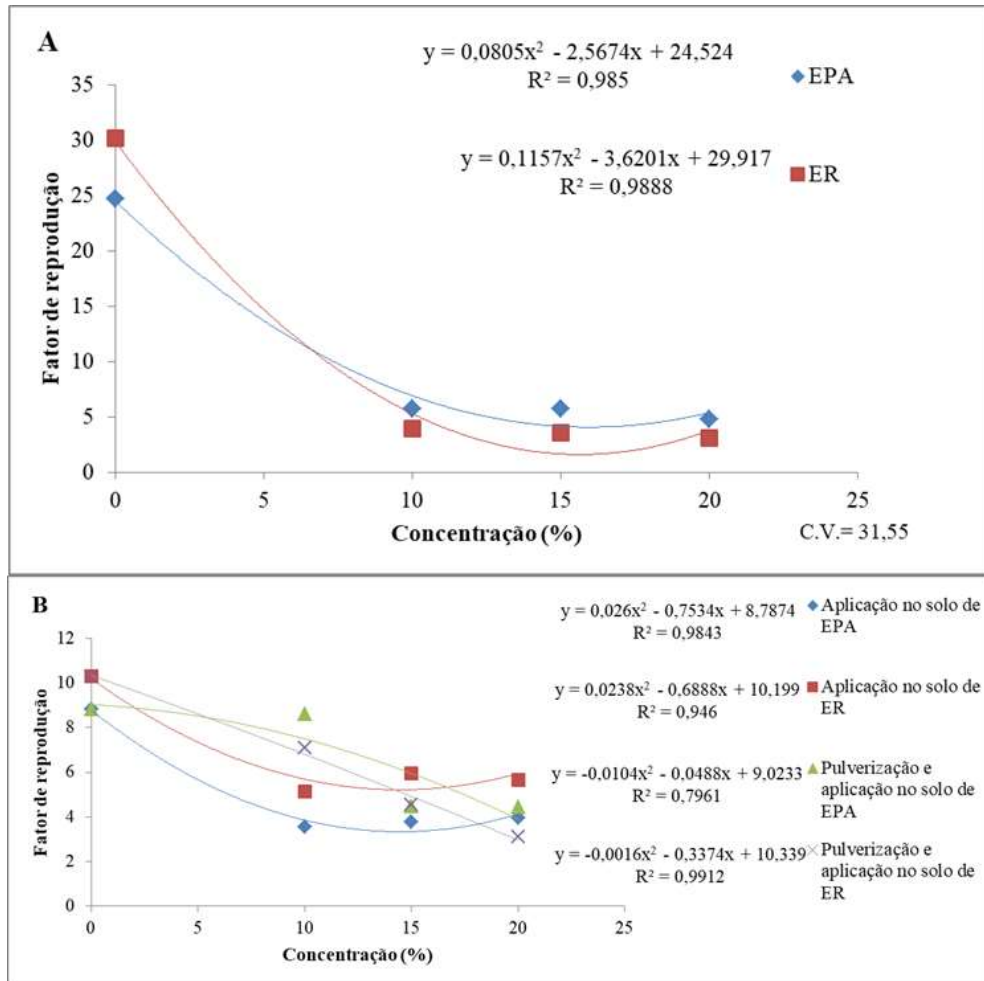
submetidos à análise de variância pelo programa Assistat e, sendo significativos, os fatores qualitativos submetidos ao teste de Tukey e os quantitativos a regressão.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise dos resultados observados, verificou-se que todos os tratamentos interferiram no desenvolvimento dos nematoides inoculados, sendo através da reprodução, da formação de galhas ou sobre a parte vegetativa (Figura 1 à 13).

Na avaliação do efeito dos extratos aquosos de canola sobre a reprodução de *M. javanica* verificou-se no experimento I (Figura 1A), para o fator de reprodução, interação significativa apenas para dois fatores, concentrações e tipos de extrato. Já no segundo experimento (Figura 1B), houve interação dos três fatores testados, de tipo de extrato (parte aérea e raiz), formas de aplicação (solo e pulverização mais aplicação no solo) e concentrações (0%, 10%,15% e 20%).

Figura 1 – Fator de reprodução de *Meloidogyne javanica*, no experimento I (A) e II (B) em plantas de tomateiro submetidas ao tratamento com extratos aquosos de parte aérea (EPA) e raiz (ER) de canola.



Médias transformadas pela fórmula raiz quadrada de $Y+1,0 - \text{SQRT}(Y+1,0)$.

Analisando a interferência do extrato aquoso de canola, em ambos, os experimentos, verificou-se que este tem efeito nematicida, reduzindo o fator de reprodução de *M. javanica* em tomateiro, embora os resultados tenham sido divergentes em ambos os experimentos.

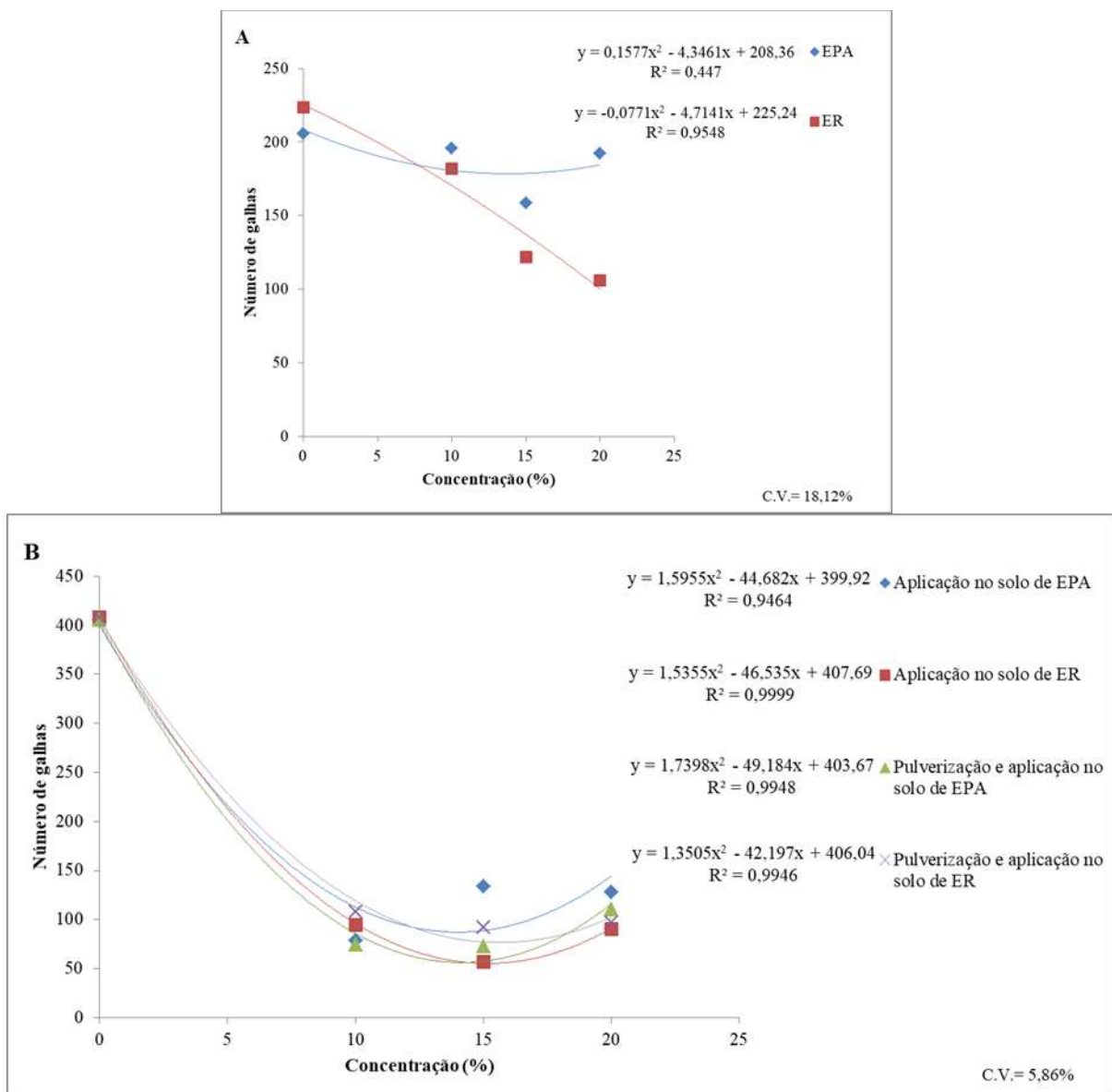
Em relação à comparação entre as concentrações e tipos de extrato, no primeiro experimento, os dois tipos de extrato de canola proporcionaram redução no fator de reprodução, a partir da menor concentração (10%), sendo o extrato de raiz o que mais inibiu a reprodução. No segundo experimento, a concentração de 20% de extrato de raiz, quando pulverizada e aplicada no solo foi a que apresentou menor fator de reprodução, 3,07.

Ainda, no segundo experimento, na aplicação no solo, obteve-se 60% de controle e, na aplicação no solo e na parte aérea das plantas de tomate, obteve-se 70% de controle. Esta diferença de valores também pode ser atribuída ao fato da reprodução do *M. javanica* no segundo experimento ter sido menor, inclusive na testemunha.

Analisando-se o número de galhas ocasionadas por *M. javanica*, observou-se que em ambos os experimentos houve redução com a aplicação dos extratos aquosos de canola

(Figura 2). No primeiro experimento (Figura 2A), houve interação apenas para o tipo de extrato e as doses, onde o extrato de raiz na concentração de 20% foi o que demonstrou maior efeito positivo. Já o extrato de parte aérea apresentou efeito diferente onde houve redução nas concentrações de 10% e 15%, mas na concentração de 20% o número de galhas aumentou, porém, mantendo-se abaixo do número de galhas da concentração zero.

Figura 2 – Efeito do tratamento com extrato aquoso de parte aérea (EPA) e raiz (ER) de canola no número de galhas por sistema radicular do tomateiro inoculado com *Meloidogyne javanica*, no experimento I (A) e II (B).



Médias transformadas pela fórmula raiz quadrada de $Y+1,0 - \text{SQRT}(Y+1,0)$.

No experimento II (Figura 2B), embora houvesse interação entre tipos de extrato, dose e formas de aplicação, verificou-se que ambos os extratos aquosos de canola independente da

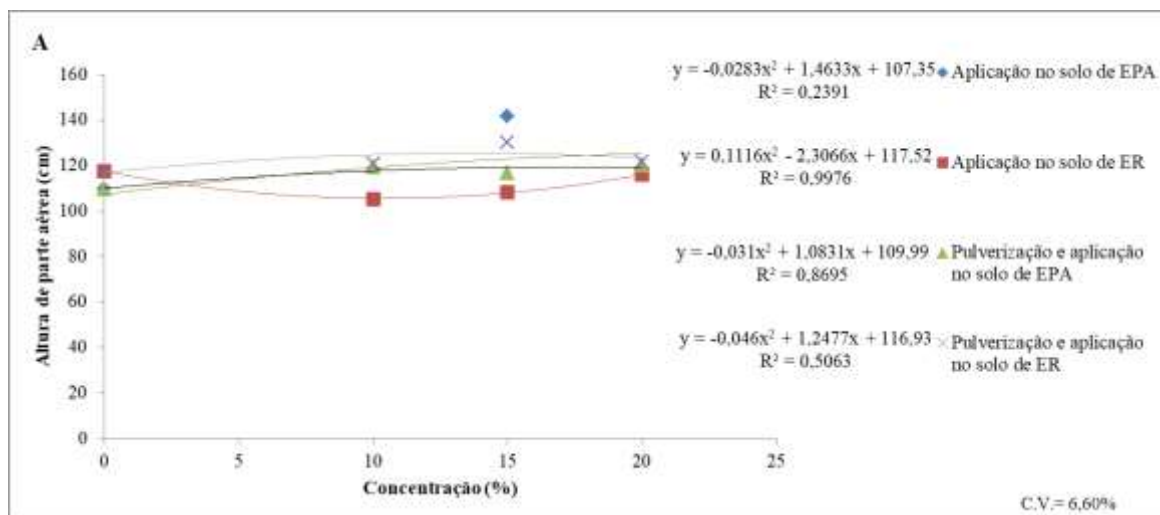
concentração e da forma de aplicação, reduziram o número de galhas do *M. javanica*, quando inoculado em plantas de tomateiro. A maior redução na formação de galhas foi promovida pelo extrato de raiz na concentração de 15% aplicado no solo.

No segundo experimento, quando a aplicação ocorreu somente no solo, teve uma redução de 82% no número de galhas e de 86% quando aplicado no solo e na parte aérea das plantas de tomate.

Devido ao fato de grande parte dos resultados referentes à massa e altura de parte aérea das plantas de tomate, assim como a massa de raiz, do primeiro experimento, para as diferentes espécies de nematoide testadas, não terem sido significativos, optou-se em demonstrar apenas os resultados do segundo experimento.

A aplicação dos extratos aquosos de canola aumentaram a altura (Figura 3) e o peso da parte aérea das plantas (Figura 4), quando comparados com a testemunha. Em relação à parte aérea das plantas de tomate, a aplicação no solo de extrato de parte aérea na concentração de 15%, demonstrou um crescimento bem mais elevado que os demais tratamentos, embora na concentração de 20% tenha ocorrido uma redução, porém, mantendo-se mais elevada que as plantas sem nenhum controle.

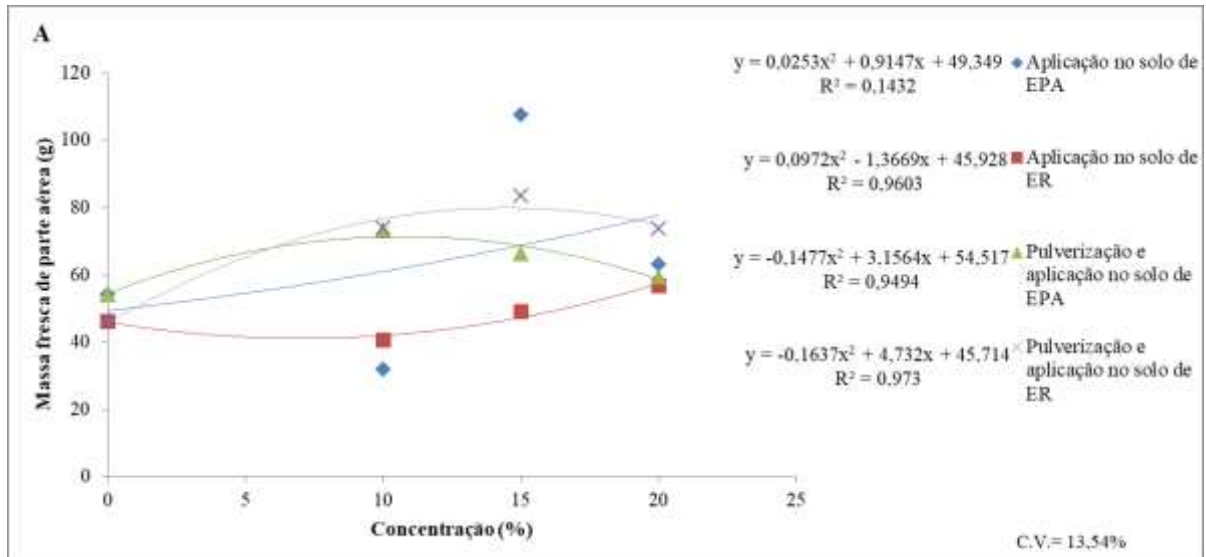
Figura 3 – Efeito do tratamento com extrato aquoso de parte aérea (EPA) e raiz (ER) de canola na altura de parte aérea de plantas de tomateiro inoculado com *Meloidogyne javanica*.



Médias transformadas pela fórmula raiz quadrada de $Y+1,0 - \text{SQRT}(Y+1,0)$.

Em relação à massa fresca de parte aérea (Figura 4), os resultados não foram diferentes do que os descritos para o comprimento de parte aérea, sendo o extrato aquoso de parte aérea de canola, na concentração de 15%, aplicado ao solo o que proporcionou a maior massa embora tenha ocorrido uma redução na maior concentração (20%).

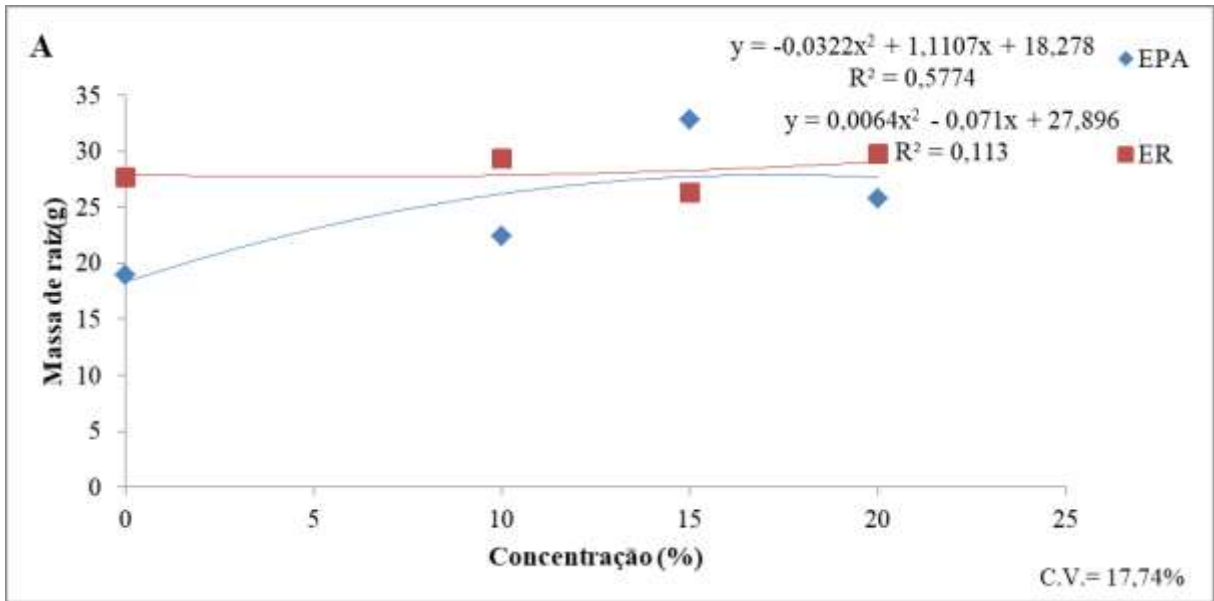
Figura 4 – Efeito do tratamento com extrato aquoso de parte aérea (EPA) e raiz (ER) de canola na massa fresca de parte aérea de plantas de tomateiro inoculado com *Meloidogyne javanica*.



Médias transformadas pela fórmula raiz quadrada de $Y+1,0 - \text{SQRT}(Y+1,0)$.

Para a massa fresca de raiz, apenas os fatores concentração e tipos de extrato foram significativos (Figura 5), sendo que os dois tipos de extrato, em todas as concentrações demonstraram incremento de massa em relação às plantas onde não foi utilizado nenhum controle. O extrato de parte aérea na concentração de 15% proporcionou o maior peso do sistema radicular, com incremento de 73%.

Figura 5 – Efeito do tratamento com extrato aquoso de parte aérea (EPA) e raiz (ER) de canola na massa fresca de raiz de plantas de tomateiro inoculado com *Meloidogyne javanica*.

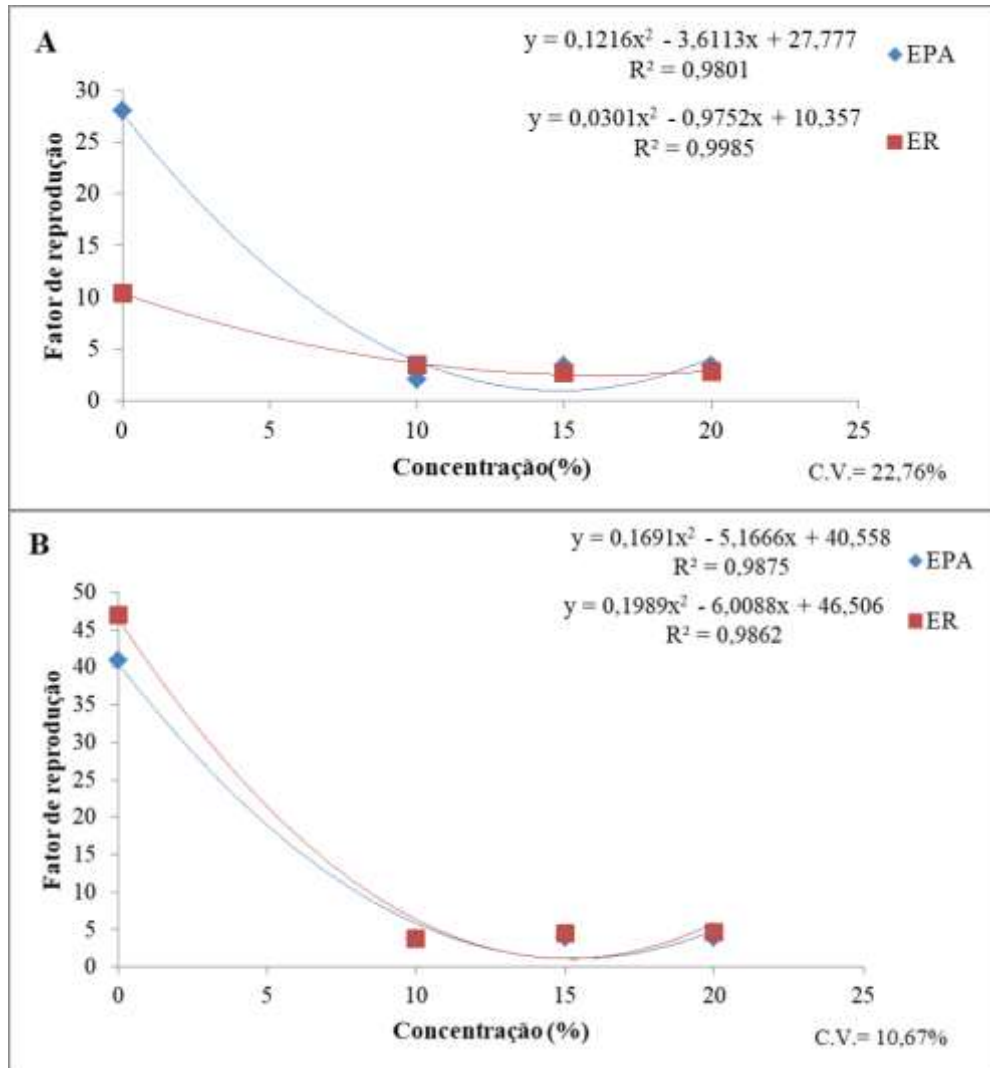


Médias transformadas pela fórmula raiz quadrada de $Y+1,0 - \text{SQRT}(Y+1,0)$.

Os extratos aquosos de canola promoveram redução acentuada na reprodução de *M. incognita* em relação à testemunha não tratada, independente da forma de aplicação, nos experimentos I e II (Figura 6). Nesse sentido, a maior redução na reprodução de *M. incognita*, no experimento I e II, foi promovida pelos extratos de parte aérea na concentração de 10%, permanecendo-se baixa nas demais concentrações, em relação à testemunha.

Mesmo que os extratos de parte aérea e raiz tenham demonstrado efeito ovicida, nenhum dos tratamentos proporcionou FR menor do que 1, em ambos os experimentos.

Figura 6 – Fator de reprodução de *Meloidogyne incognita* em plantas de tomateiro submetidas ao tratamento com extratos aquosos de parte aérea (EPA) e raiz (ER) canola, no experimento I (A) e II (B).

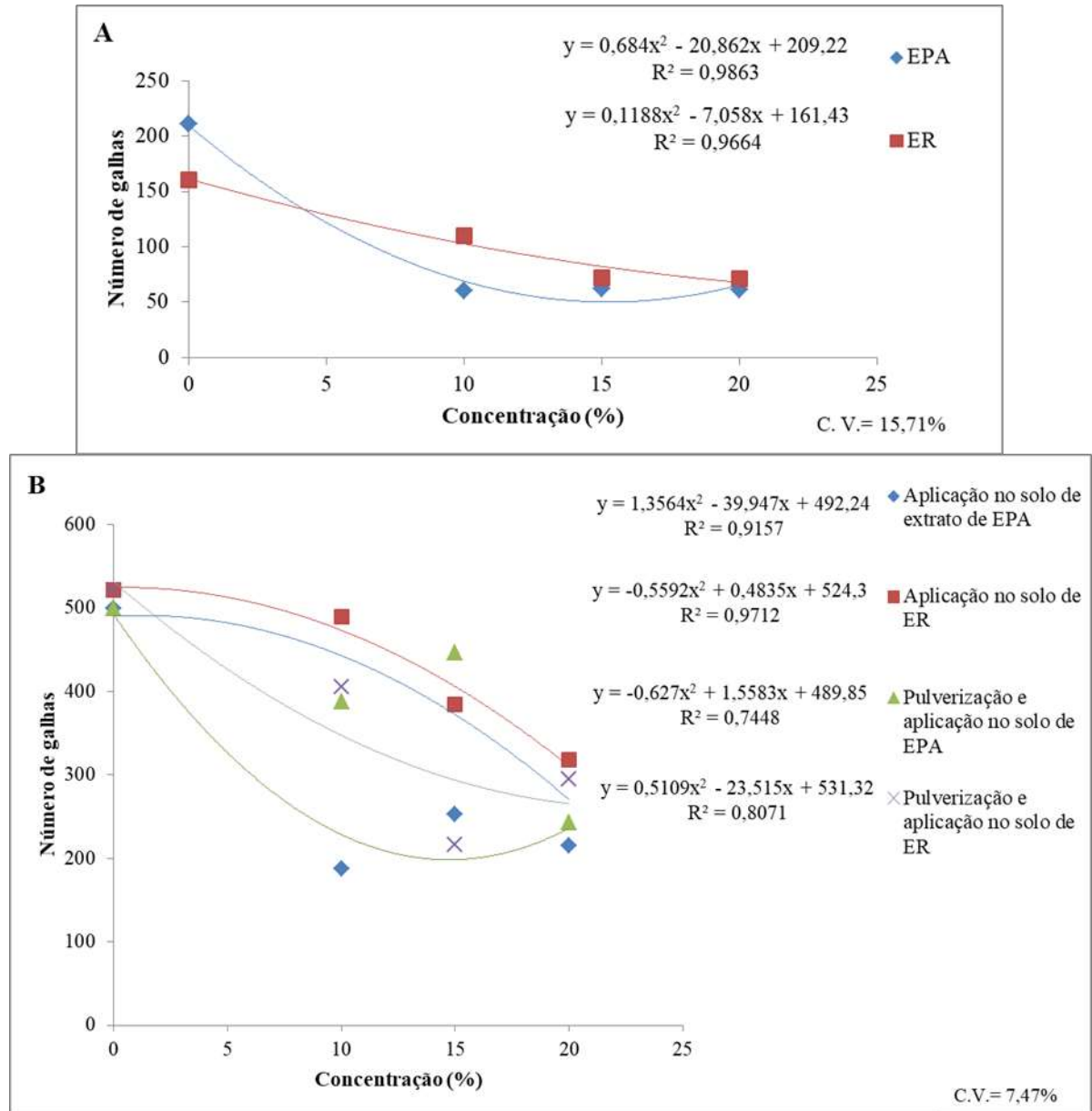


Médias transformadas pela fórmula raiz quadrada de $Y+1,0 - \text{SQRT}(Y+1,0)$.

Em ambos os experimentos verificou-se a interferência dos extratos aquosos de canola proporcionando uma redução do número de galhas de *M. incognita* (Figura 7).

No experimento I (Figura 7A), para a variável número de galhas houve interação significativa para concentrações e tipos de extrato, sendo que o menor número de galhas foi encontrado para o extrato de parte aérea na concentração de 10%, proporcionando uma redução de 71% em relação à testemunha.

Figura 7 – Efeito do tratamento com extrato aquoso de parte aérea (EPA) e raiz (ER) de canola no número de galhas por sistema radicular do tomateiro inoculado com *Meloidogyne incognita*, no experimento I (A) e II (B).



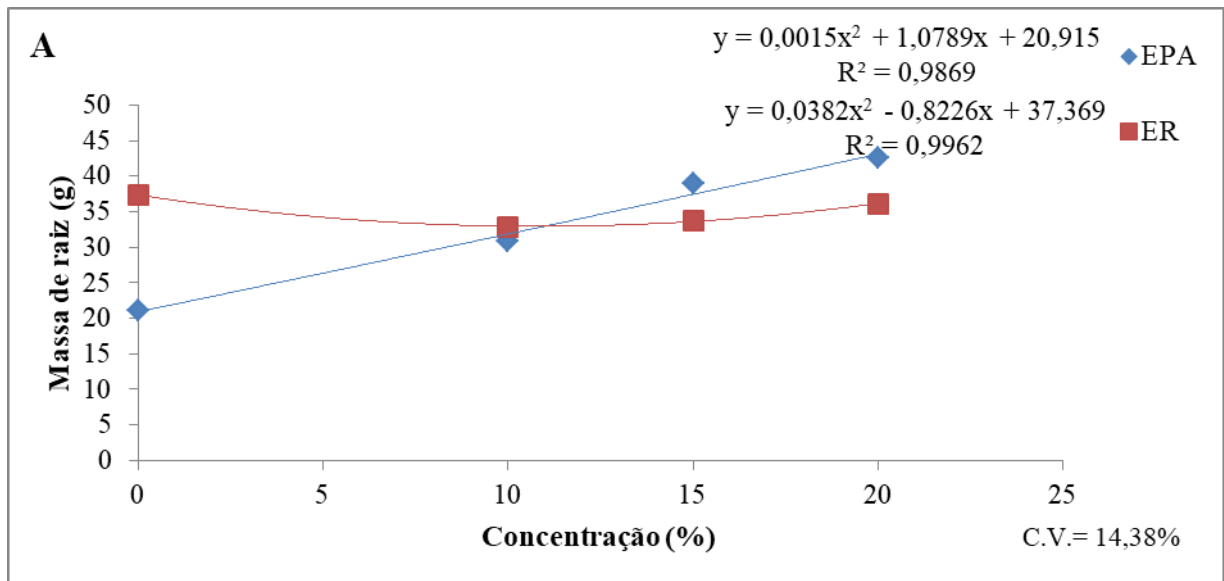
Médias transformadas pela fórmula raiz quadrada de $Y+1,0 - \text{SQRT}(Y+1,0)$.

No segundo experimento (Figura 7B), houve interação do tipo de extrato, doses e formas de aplicação sobre o número de galhas o qual foi menor em relação à testemunha (concentração zero). Como no experimento I, a maior redução foi proporcionada pelo tratamento extrato de parte aérea a 10%, aplicado no solo, proporcionando uma redução de 62%.

O efeito da aplicação dos extratos aquosos de canola no controle de *M. incognita* em plantas de tomateiro não proporcionaram incrementos significativos para altura e massa fresca de parte aérea, nos dois experimentos, embora tenham verificado redução no número de galhas e na reprodução do nematoide.

Para a variável massa fresca de raiz, novamente, todos os tratamentos mostraram incremento de massa em relação às plantas onde não foi utilizado nenhum controle (Figura 8). O maior aumento no sistema radicular foi proporcionado pelo extrato de parte aérea na maior concentração (20%), independentemente de ter sido aplicado ao solo ou pulverizado e concomitantemente aplicado ao solo.

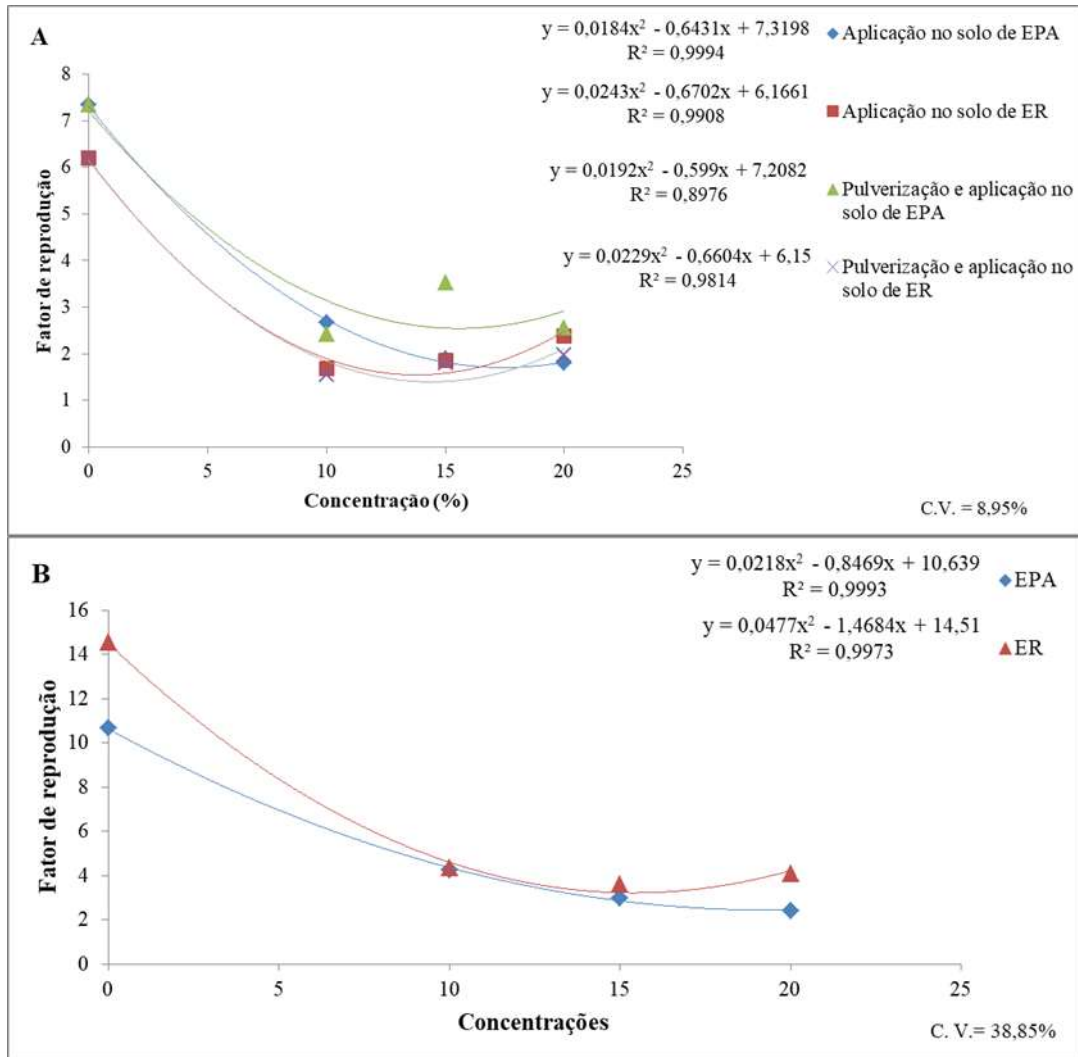
Figura 8 – Efeito do tratamento com extrato aquoso de canola na massa fresca de parte aérea (EPA) do sistema radicular (ER) do tomateiro inoculado com *Meloidogyne incognita*.



Médias transformadas pela fórmula raiz quadrada de $Y+1,0 - \text{SQRT}(Y+1,0)$.

De acordo com a figura 9, os extratos aquosos de canola demonstraram efeito nematicida sobre *M. arenaria*, reduzindo o fator de reprodução em relação à testemunha, sem tratamento. No experimento I (Figura 9A), a maior redução do fator de reprodução foi observada pela aplicação do extrato aquoso de raiz de canola a 10% aplicado tanto no solo, como pulverizado e aplicado no solo, proporcionando uma porcentagem de 84% e de 75% de controle.

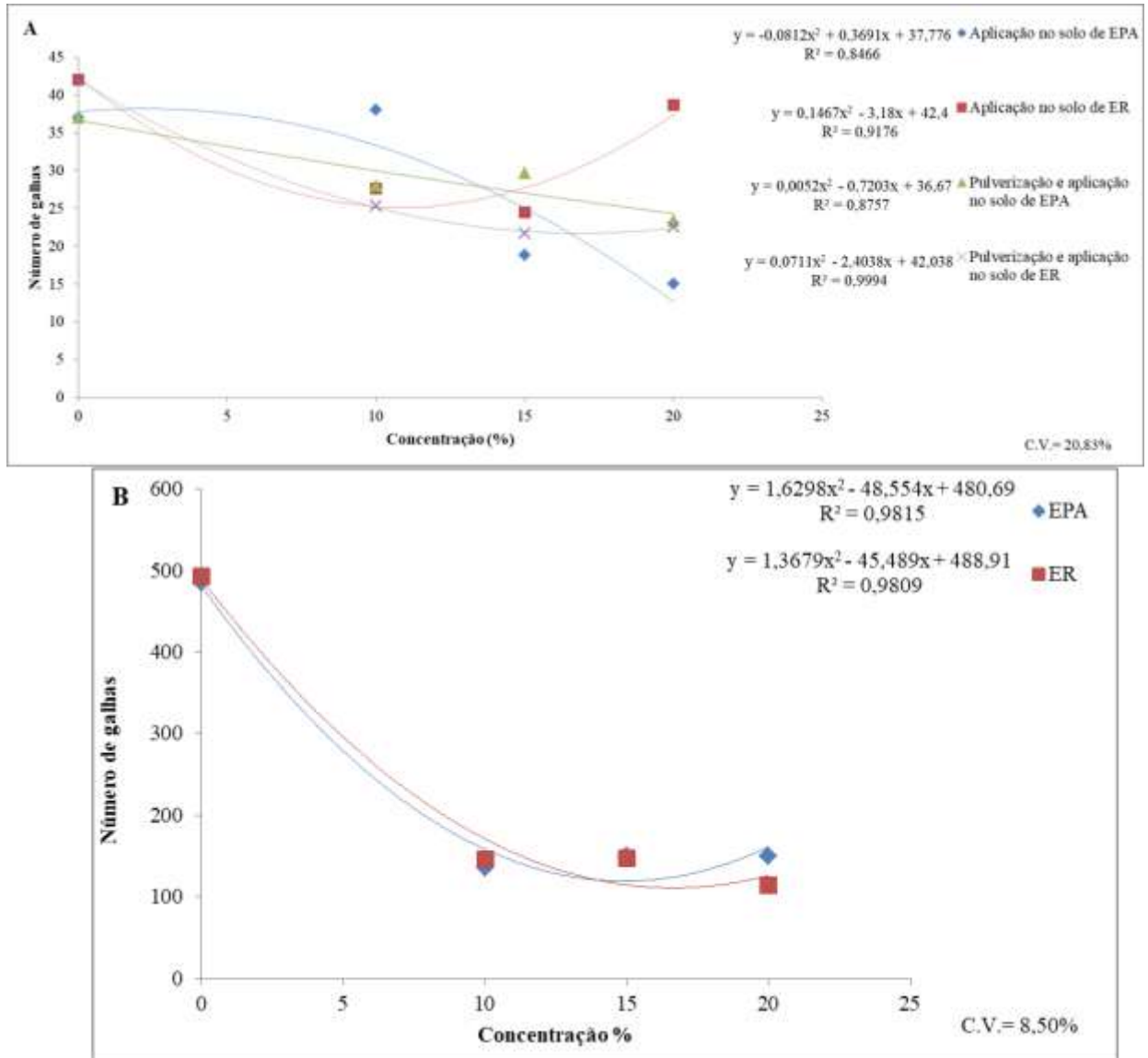
Figura 9 – Fator de reprodução de *Meloidogyne arenaria* em plantas de tomateiro submetidas ao tratamento com extratos aquosos de parte aérea (EPA) e raiz (ER) de canola, no experimento I (A) e II (B).



No experimento II (Figura 9B), o efeito dos extratos aquosos de canola sobre a reprodução de *M. arenaria* foram contraditórios ao experimento I, sendo o extrato de parte aérea a 20% o que demonstrou maior efeito nematicida interferindo negativamente na reprodução, enquanto que no experimento I foi o extrato de raiz a 10%.

Analisando-se o número de galhas, no primeiro experimento (Figura 10A), verificou-se um comportamento variável em função dos diferentes tratamentos, porém, todos interferiram ocasionando uma pequena redução no número de galhas em relação à testemunha, exceto a aplicação no solo do extrato aquoso de raiz na concentração de 20% que não reduziu o número de galhas, apresentando resultados semelhantes ao das plantas não tratadas. A maior redução do número de galhas foi ocasionada pelo extrato de parte aérea a 20% aplicado no solo e a 15% quando aplicado no solo e na parte aérea, com redução de 59% e 50%, respectivamente.

Figura 10 – Efeito do tratamento com extrato aquoso de parte aérea (EPA) e raiz (ER) de canola no número de galhas por sistema radicular do tomateiro inoculado com *Meloidogyne arenaria*, no experimento I (A) e II (B).

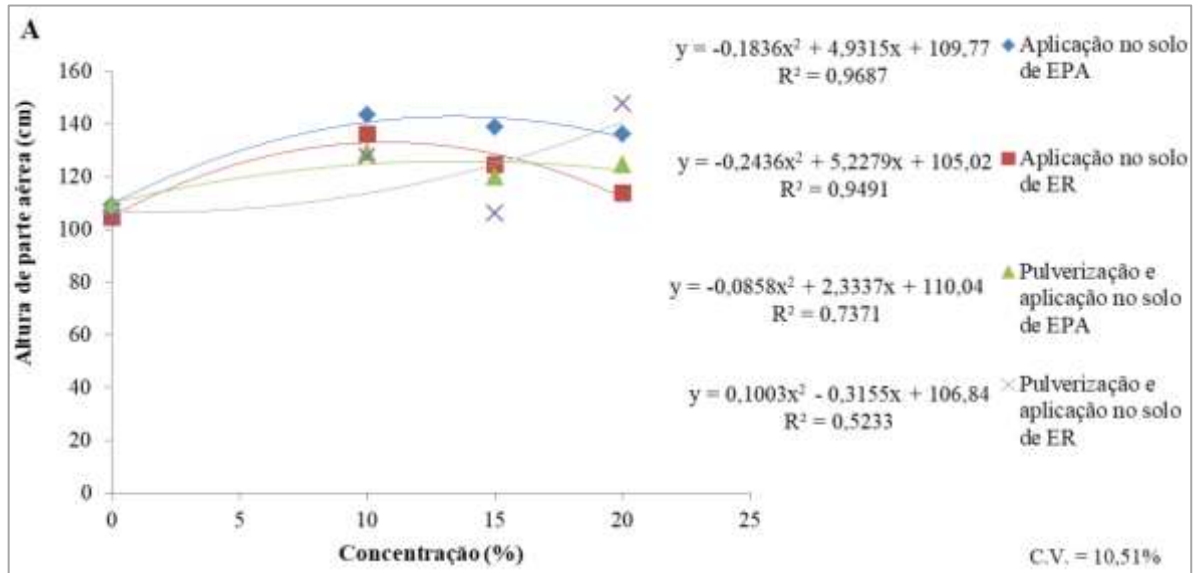


Médias transformadas pela fórmula raiz quadrada de $Y+1,0 - \text{SQRT}(Y+1,0)$.

No segundo experimento, ocorreu a interação de apenas dois fatores (concentrações x tipos de extrato), onde a aplicação dos extratos de parte aérea e raiz de canola reduziram o número de galhas (figura 10B), sendo a maior redução promovida pelo extrato de raiz na concentração de 20%, a qual difere do experimento I, onde o extrato de parte aérea é que promoveu o menor número de galhas.

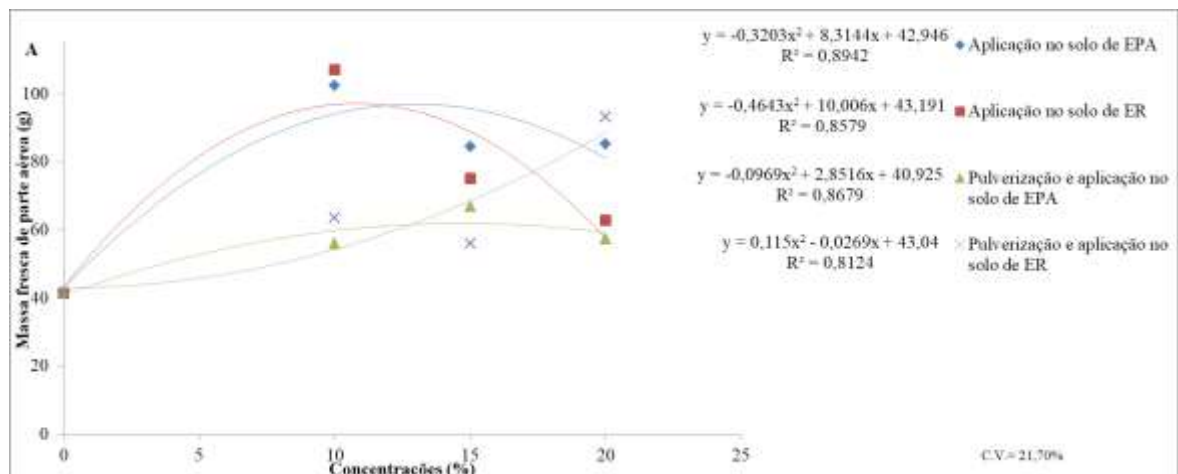
Os extratos aquosos de parte aérea e raiz de canola promoveram aumento da altura (figura 11) e massa fresca de parte aérea (figura 12) de tomateiro. As maiores e menores plantas de tomateiro foram observadas nos tratamentos com extrato de raiz aplicado ao solo e pulverizado, na concentração de 20% e 15%, respectivamente.

Figura 11 – Efeito do tratamento com extrato aquoso de parte aérea (EPA) e raiz (EP) de canola na altura de plantas de tomateiro inoculado com *Meloidogyne arenaria*.



Os maiores valores de massa fresca de plantas de tomateiro foram obtidos em aplicações ao solo de extratos aquosos de parte aérea e raiz, na concentração de 10%, que por sua vez apresentaram resultados semelhantes (figura 12).

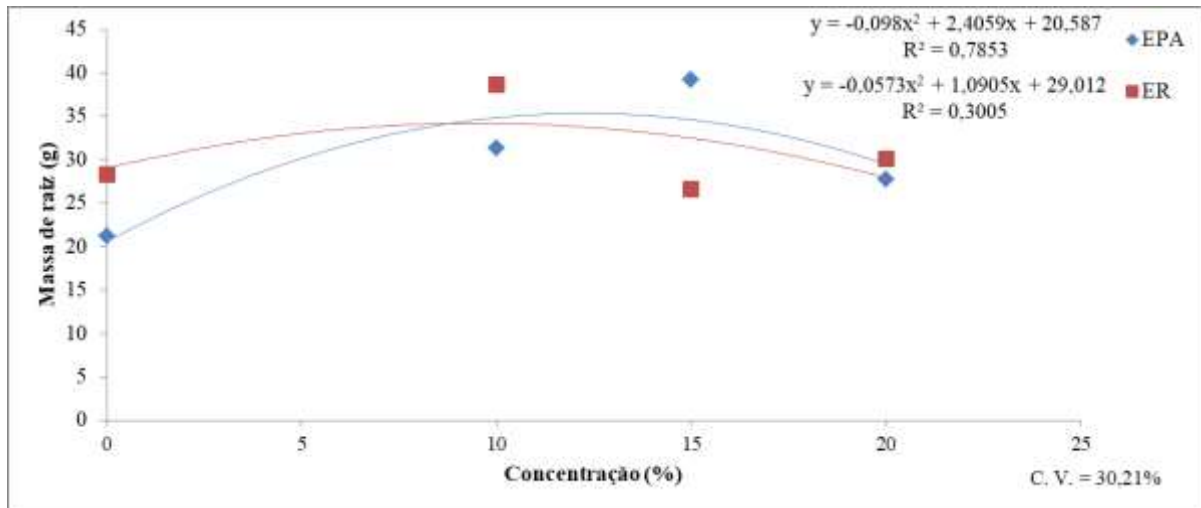
Figura 12 – Efeito do tratamento com extrato aquoso de parte aérea (EPA) e raiz (ER) de canola na massa fresca de parte aérea de tomateiro inoculado com *Meloidogyne arenaria*.



De acordo com os dados de massa de raiz (figura 13), apenas dois fatores foram significativos (concentração x tipos de extrato), sendo ambos os extratos (parte aérea e raiz) promotores de aumento em relação às plantas não tratadas. Os maiores valores de massa de raiz foram obtidos com a aplicação de extrato aquoso de parte aérea a 15%. Já o extrato

aquoso de raiz a 15% não promoveu acréscimos no sistema radicular. Na concentração de 20%, os extratos aquosos de canola não diferiram quanto ao incremento na massa de raiz de plantas de tomateiro, embora apresentem valores superiores a testemunha.

Figura 13 – Efeito do tratamento com extrato aquoso de parte aérea (EPA) e raiz (EP) de canola na massa de raiz de tomateiro inoculado com *Meloidogyne arenaria*.



Os extratos aquosos de canola apresentaram efeito nematicida, reduzindo a reprodução e infectividade das espécies de *Meloidogyne* em tomateiro e conseqüentemente melhorando o desenvolvimento das plantas. Entretanto, a eficiência dos bioativos para o controle de cada fitonematoide foi variável em função da parte da planta, concentração e forma de aplicação.

Esses resultados vão ao encontro dos obtidos no ensaio *in vitro* (capítulo I), onde os mesmos extratos aquosos de canola, para todas as concentrações demonstraram efeito, tanto ovicida quanto larvicida atribuído aos compostos bioativos identificados pela análise fitoquímica. As plantas pertencentes ao grupo das brássicas possuem uma série de compostos químicos em sua constituição, tais como glicosinolatos e isotiocianatos, que controlam fitopatógenos (LEWIS e PAPAVIDAS, 1971) e apresentam atividade nematicida (POTER et al., 1998; CHITWOOD, 2002).

Conforme Borges et al. (2017), técnicas de biofumigação, baseadas na decomposição de resíduos tem sido muito eficientes, principalmente com Brassica, após a incorporação no solo, os glucosinolatos são hidrolisados formando um gás tóxico, isotiocianato. A incorporação desses resíduos vegetais ao solo tem se mostrado eficiente para controlar nematoide das galhas.

Neves et al. (2007) ao testar couve-flor, brócolis e mostarda, encontrou redução na quantidade de ovos de *M. javanica*, por sistema radicular em todos os tratamentos,

incorporando a massa das plantas no solo, mantendo os vasos fechados ou não. Zasada e Ferris (2004), também testaram biomassa de brócolis frente à *Tylenchulus semipenetrans* e *Meloidogyne javanica*, encontrando redução de 80% e 100%, respectivamente, conforme o aumento da concentração.

Em relação ao número de galhas, ocorreu redução de 30% a 80% com a aplicação dos extratos aquosos de canola em relação às plantas de tomate sem a aplicação (testemunha), principalmente quando foi adicionado ao solo extrato aquoso de parte aérea a 10% e 20% para *M. incognita* e *M. arenaria*, respectivamente. Já, a maior redução do número de galhas de *M. javanica* foi ocasionada pela aplicação no solo de extrato aquoso de raiz a 20%. A atividade nematicida de canola também já foi observada por outros autores como Kuhn et al. (2015) que ao avaliarem o efeito de extratos aquosos de plantas daninhas, aromáticas e oleaginosas aplicadas ao solo, verificaram que *Ruta graveolens*, *Conyza bonariensis* e *Brassica napus* reduziram a eclosão, reprodução e o número de galhas de tomateiro infectados com *Meloidogyne incognita*.

Vários autores também relatam o controle do nematoide das galhas com extratos vegetais, devido a riqueza de compostos bioativos presentes na sua composição, tais como Franzener et al. (2007) com flores de tagetes; Olabiyi (2008) em raiz de *Tagetes patula* L.; Javed et al. (2008) em folhas de *Azadirachta indica*; Gardiano et al. (2010) com folha de *Crotalaria juncea*; Natarajan et al. (2006) nas plantas secas de *Tagetes patula* L e de folhas de *Crotalaria juncea* e Mateus et al. (2014) em *Stachytarpheta cayennensis* e *Erythrina verna*.

Embora os extratos aquosos de canola tenham reduzido a reprodução e a infectividade dos nematoides das galhas em plantas de tomateiro, o incremento no desenvolvimento dessas plantas foram pequenos e muito variáveis em relação a testemunha. O extrato aquoso de parte aérea de canola aplicado ao solo foi o que promoveu aumento na altura, massa fresca de parte aérea e raiz de plantas de tomate infectadas com *M. javanica* e *M. arenaria*. Estes aumentos observados na altura e na massa de parte aérea fresca, segundo Franzener et al. (2007) podem ser devido a algum efeito tônico dos extratos sobre a planta.

Entretanto, a discrepância dos resultados vegetativos, pode-se atribuir a aplicação dos extratos, onde, a cada 15 dias as plantas passavam pelo processo de abertura do solo e aplicação do extrato, além da desuniformidade dessa aplicação, pois o extrato aplicado não encharcava todo o vaso. Também, a decomposição do extrato de canola pode ter interferido, fazendo com que algumas plantas se desenvolvessem mais que outras.

Corroborando com os resultados, Kuhn et al. (2015), ao testarem vários extratos vegetais aplicados ao solo para o controle de *Meloidogyne incognita*, em plantas de tomateiro

verificaram que os extratos de *Ruta graveolens*, *Conyza bonariensis* e de *Brassica napus*, demonstraram aumentos significativos em altura e massa fresca da parte aérea, comparando com os demais tratamentos.

Vários autores também demonstraram que aplicações de extratos aquosos obtidos de outras plantas podem influenciar positivamente no crescimento vegetativo de tomateiro infectado com *Meloidogyne* spp. (FRANZENER et al., 2007; OLABIYI, 2008; GRADIANO et al., 2009 e NEVES et al., 2009).

No entanto, não houve efeito significativo para os parâmetros altura e massa fresca de parte aérea de plantas infectadas com *M. incognita*. A não interferência nos parâmetros vegetativos de tomateiros infectados com *Meloidogyne* spp, e tratados com extratos vegetais já foram relatados em outros trabalhos como o de Lopes et al., (2005), os quais verificaram que a altura e peso de parte aérea de tomateiro infectados com *M. javanica* e *M. incognita* não foram afetados pelo extrato aquoso de folhas e sementes de mucuna quando aplicados ao solo. Franzener et al., (2007) observaram que o extrato de raiz de *Tagetes patula* não promoveu incremento na massa da matéria seca da parte aérea de plantas de tomateiro infectadas com *M. incognita*. Mateus et al.(2014) relataram que nenhum dos extratos aquoso das espécies vegetais testadas, afetou o desenvolvimento dos tomateiros infectados com *M. incognita*.

Com base nos resultados descritos acima verificou-se que embora ambos os extratos aquosos de canola (parte aérea e raiz) tenham apresentado resultados positivos no controle do nematoide das galhas em tomateiro, existe uma diferença quanto ao seu potencial nematicida, demonstrado pelo maior ou menor controle em função da espécie de *Meloidogyne*. Este diferencial, talvez esteja correlacionado ao tipo, as concentrações dos compostos químicos secundários em cada parte da planta, bem como a forma de aplicação dos extratos vegetais. Para os parâmetros onde a forma de aplicação foi significativa, os efeitos nematicidas dos extratos aquosos de canola foram observados quando estes foram aplicados no solo. A eficiência da aplicação no solo de extratos vegetais também foi observada por Mateus et al.(2014) os quais observaram que extratos aquosos de *Stachytarpheta cayennensis* e *Erythrina verna* adicionados ao solo controlaram eficientemente *M. incognita*, mas quando pulverizados não controlaram *M. incognita* e *M. javanica* em plantas de tomateiro. Entretanto, Franzener et al.(2007) relatam resultados semelhantes para as aplicações no solo e na parte aérea de extratos vegetais em plantas de tomateiros infectadas com *M. incognita*.

Segundo Borges et al. (2017) pelo fato de muitas substâncias não possuírem ação elicitora, a aplicação na parte aérea acaba não sendo muito estudada. Porém, essa ação possui muitas vantagens, pois está se imunizando a planta e não atingindo o alvo, diretamente, que

está na maioria dos casos, protegido no solo. Esse fato foi observado no presente estudo, onde na maior parte das variáveis testadas, não ocorreu diferença, quando comparadas às formas de aplicação, corroborando com as informações dos autores.

Em estudo realizado por Roubtsova, López-Péres, Edwards e Ploeg (2007), quando aplicado tecido vegetal de brócolis em tubos, no solo, reduziu o número médio de J2 de *M. incognita*, por camada de solo, em 97%, 98%, 96% em relação à inoculação. Ainda, conforme informação desses mesmos autores apesar das reduções maiores da quantidade de nematoides ter ocorrido nas primeiras camadas do solo, eles sugerem aplicação em todas as profundidades das raízes, o que pode indicar falha na profundidade de aplicação dos tratamentos.

Silva (2016) testou macerado de inflorescência de brócolis, misturado ao substrato, frente a *M. incognita*, encontrando redução de até 95% no número de galhas. Assim como, Lima (2016), ao testar farinha de sementes de mostarda, misturada ao solo, na concentração de 0,4%, obteve uma redução de 92,7% no número de galhas de *M. incognita*.

Zasada, Meyer e Morra (2009), ao aplicarem farinha de sementes de *Brassica napus* e de *Brassica juncea*, alcançaram 100% de controle, na maior concentração (10%) em *M. incognita*. Barros et al. (2014), ao aplicarem mostarda macerada em água, diminuiu o número de galhas de *M. incognita* em até 85%, embora a redução não tenha sido em função do aumento da concentração, assim como no presente experimento.

Embora neste estudo os resultados obtidos com os extratos aquosos de canola sejam promissores para o manejo do nematoide das galhas, novas pesquisas devem ser realizadas objetivando a caracterização dos compostos e sua concentração, a compreensão dos mecanismos envolvidos e melhor forma de aplicação.

4 CONCLUSÃO

- Extrato aquoso de raiz de canola a 20% promoveu redução no fator de reprodução e no número de galhas de *M. javanica* e *M. arenaria* em plantas de tomateiro;
- Extrato aquoso de parte aérea de canola a 10% reduziu o fator de reprodução e o número de galhas de *M. incognita* em tomateiro, independente da forma de aplicação;
- Ocorreu incremento vegetativo de plantas de tomateiro infectadas por *Meloidogyne* spp., quando tratadas com extratos aquosos de raiz e parte aérea de canola;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGELOTTI-MENDONÇA, J., RIBOLDI, L. B., SOARES, C. D. F., de CAMARGO, P. R., & KLUGE, C. R. A. **Canola (*Brassica napus* L.)**. Piracicaba: ESALQ, 2016. 32 p.
- ASSIS, GML de; VALENTIM, J. F.; ANDRADE, CMS de. Produção de Sementes de *Arachis pintoi* cv. BRS Mandobi no Acre. **Embrapa Acre Sistemas de Produção**, v. 4, p. 1679-1134, 2011.
- BARROS, A. F.; CAMPOS, 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.
- BONETTI, J.I.S.; FERRAZ, S. Modificações no método Hussey & Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua*, em raízes de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v.6, p.533, 1981.
- BORGES, D. F.; LOPES, E.A.; SOARES, M. S.; PINHEIRO, L. M.; ALBINO, R. E. A.; DIAS, W. M. L.; INÁCIO, F. M.; BORGES, E. J. S. Substâncias de origem vegetal e seu potencial para controlar fitonematóides. In: LOPES, E. A.; CARVALHO FILHO, A.; NOBRE, D. A. C.; MENDES, F. Q.; FERNANDES, F. L.; PINTO, F. G.; SILVA, G. H.; TRONTO, J.; VISÔTTO, L. E.; BORGES, P. D.; GOD, P. I. V. G.; RUAS, R. A. A.; NOVAIS, R. F. (Edit). **A química na produção vegetal**. Minas Gerais: Dos Autores, 2017. Cap. 7, p. 227-262.
- CAMPOS, V.P. **Doenças causadas por nematóides em tomate**. In: ZAMBOLIM, L., VALE, F.X.R. & H. COSTA (ed). Controle de Doenças de Plantas – Hortaliças. UFV, Viçosa, p. 801-841, 2000.
- CARVALHO, C.; KIST, B. B.; TREICHEL, M. Anuário Brasileiro das Hortaliças 2016. **Santa Cruz do Sul, Editora Gazeta Santa Cruz**, v. 64, 2016.
- CHITWOOD, D. J. Phytochemical based strategies for nematode control. **Annual review of phytopathology**, v. 40, n. 1, p. 221-249, 2002.
- 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**, Chapadinha, v.3, n.1, p.3-7, 2009.
- FAHEY, J. W., ZALCMANN, A. T., TALALY, P. The chemical diversity and distribution of glucosinolates and isothiocyanates among plants. **Phytochemistry**, v. 56, n. 1, p. 5-51, Apr. 2000.
- FRANZENER, G.; MARTINEZ-FRANZENER, A. S.; STANGARLIN, J. R.; FURLANETTO, C.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F. Proteção de tomateiro a *Meloidogyne incognita* pelo extrato aquoso de *Tagetes patula*. **Nematologia Brasileira**, v. 31, n. 1, p. 27-36, 2007.

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. **Revista Semina: Ciências Agrárias**. Londrina, v. 30, n. 3, p. 551-556, 2010.

IBGE. **IBGE atualiza lista de produtos agrícolas e atende nova realidade do campo.**

IBGE, Rio de Janeiro/RJ, 07 fev. 2018. Disponível

em:<<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/19933-ibge-atualiza-lista-de-produtos-agricolas-e-atende-nova-realidade-do-campo.html>>. Acesso em: 26 mar 2018.

IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola.** 2017.

IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola.** 2015.

JAVED, N.; GOWEN, S. R.; INAM-UL-HAQ, M.; ABDULLAH, K.; SHAHINA, F. Systemic and persistent effect of neem (*Azadirachta indica*) formulations against root-knot nematodes, *Meloidogyne javanica* and their storage life. **Crop Protection**, Reino Unido, v. 26, p. 911-916, 2008.

KIMATI, H.; AMORIM, L.; FILHO, A.B.; CAMARGO, L.E.A.; REZENDE, J.A.M. **Manual de fitopatologia: doenças de plantas cultivadas.** 3ª ed. São Paulo: Ceres, 2005, 706 p.

KUHN, P. R.; BELLE, C.; REINEHR, M., KULCZYNSKI, S. M. Extratos aquosos de plantas daninhas, aromáticas e oleaginosas no controle de *Meloidogyne incognita*. **Nematropica**, v. 45, n. 2, p. 150-157, 2015.

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

LIMA, A. O. **Biofumigação do solo com brassica rapa para o controle de fitonematóides.** 2006. 44 p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Viçosa, MG, 2006.

LIMA, R. K.; CARDOSO, M. G. Família *Lamiaceae*: importantes óleos essenciais com ação biológica e antioxidante. **Revista Fitos Eletrônica**, v. 3, n. 03, p. 14-24, 2013

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

MATEUS, M. A. F.; FARIA, C. M. D. R.; BOTELHO, R. V.; DALLEMOLE-GIARETTA, R.; FERREIRA, S. G. M.; ZALUSKI, W. L. Extratos aquosos de plantas medicinais no controle de *Meloidogyne incognita* (Kofoid e White, 1919) Chitwood, 1949. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 3, 2014.

MOREIRA, F. J. C.; FERREIRA, A. C dos S. Controle alternativo de nematóide das galhas (*Meloidogyne enterolobii*) com cravo de defunto (*Tagetes patula* L.), incorporado ao solo. **HOLOS**, v. 1, 2015.

NATARAJAN, N.; CORKB, A.; BOOMATHIA, N.; PANDIA, R.; VELAVANA, S.; DHAKSHNAMOORTHY, G. Cold aqueous extracts of African marigold, *Tagetes erecta* for control tomato root knot nematode, *Meloidogyne incognita*. **Crop Protection**, Reino Unido, v. 25, p. 1210-1213, 2006.

NEVES, W.S.; FREITAS, L. G.; LOPES, E. A. COUTINHO, M. M.; DALLEMOLE - GIARETTA, R.; FERRAZ, S. Efeito in vitro, do extrato de sementes de mamão sobre a eclosão e juvenis de *Meloidogyne* spp. **Revista Trópica Ciências Agrárias e Biológicas**.v.2, n. 3, p. 914, 2008.

NEVES, W. dos S.; FREITAS, L. G. de; COUTINHO, M. M.; DALLEMOLE-GIARETTA, R.; FABRY, C. de F. S.; DHINGRA, O. D.; FERRAZ, S. Ação nematicida de extratos de alho, mostarda, pimenta malagueta, de óleo de mostarda e de dois produtos à base de capsainóides e alil isotiocianato sobre juvenis de *Meloidogyne javanica*, (treub) Chitwood, 1949, em casa de vegetação. **Summa Phytopathologica**, v. 35, n. 4, p. 255-261, 2009.

NEVES, W. dos S. **Uso de resíduos vegetais para o controle dos nematóides das galhas *Meloidogyne javanica* (Treub) e *Meloidogyne incognita* (Kofoid e White)**. 2007. IX, 77 f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2007.

OLABIYI, T. I. Pathogenicity study and nematotoxic properties of some plant extracts on the root-knot nematode pest of tomato, *Lycopersicon esculentum* (L.). **Plant Pathology Journal**, Inglaterra, v. 7, n. 1, p. 45-49, 2008.

POTTER, M. J.; DAVIES, K.; RATHJEN, A. J. Suppressive impact of glucosinolates in Brassica vegetative tissues on root lesion nematode *Pratylenchus neglectus*. **Journal of Chemical Ecology**, v. 24, n. 1, p. 67-80, 1998.

RODRIGUES, P. A importância nutricional das hortaliças. **Hortaliças em revista**, v. 2, p. 6-9, 2012.

ROUBTSOVA, T.; LÓPEZ-PÉREZ, J. A.; EDWARDS, S.; PLOEG, A. Effect of broccoli (*Brassica oleracea*) tissue, incorporated at different depths in a soil column, on *Meloidogyne incognita*. **Journal of nematology**, v. 39, n. 2, p. 111, 2007.

SILVA, C.; SILVA, R. A.; VALE, W. G.; MELLO, A. C. T. Reação de cultivares de girassol (*Helianthus annuus* l.) a *Meloidogyne incognita* raça 3 e *Meloidogyne javanica*. **GLOBAL SCIENCE AND TECHNOLOGY**, v. 7, n. 1, 2014.

SILVA, J. C. P. da. **Compostos orgânicos voláteis de plantas e o etanol no controle de *meloidogyne incognita***. 2016. 81 f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2016.

ZASADA, I. A.; FERRIS, H. Nematode suppression with brassicaceous amendments: application based upon glucosinolate profiles. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 36, n. 7, p. 1017-1024, 2004.

ZASADA, I. A.; MEYER, S. L. F.; MORRA, M. J. Brassicaceous seed meals as soil amendments to suppress the plant-parasitic nematodes *Pratylenchus penetrans* and *Meloidogyne incognita*. **Journal of nematology**, v. 41, n. 3, p. 221, 2009.