

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

CAROLINA AMARAL TAVARES DA SILVA

Potencial do crambe para o manejo de nematoide das lesões radiculares e das
galhas na cultura da soja

Maringá
2015

CAROLINA AMARAL TAVARES DA SILVA

Potencial do crambe para o manejo de nematoide das lesões radiculares e
das galhas na cultura da soja

Tese apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Agronomia do
Departamento de Agronomia, Centro de
Ciências Agrárias da Universidade Estadual de
Maringá, como requisito parcial para obtenção
do título de Doutor em Agronomia

Área de concentração: Proteção
de Plantas

Orientador: Prof^a Dr^a. Claudia
Regina Dias Arieira

Maringá

2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá, PR, Brasil)

S586p Silva, Carolina Amaral Tavares da
Potencial do crambe para o manejo de nematoide das lesões radiculares e das galhas na cultura da soja / Carolina Amaral Tavares da Silva. -- Maringá, 2015.
98 f. : il. color., figs., tabs.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Claudia Regina Dias Arieira.
Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2015.

1. Crambe abyssinica - Manejo alternativo. 2. *Meloidogyne javanica* - Controle. 3. *Pratylenchus brachyurus* - Controle. I. Arieira, Claudia Regina Dias, orient. II. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias. Departamento de Agronomia. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. III. Título.

CDD 21.ed. 633.37

FOLHA DE APROVAÇÃO

CAROLINA AMARAL TAVARES DA SILVA

Potencial do crambe para o manejo de nematoide das lesões radiculares e
das galhas na cultura da soja

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia do
Departamento de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de
Maringá, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Agronomia pela
Comissão Julgadora composta pelos membros:

COMISSÃO JULGADORA

Profa. Dra. Cláudia Regina Dias Arieira
Universidade Estadual de Maringá (Presidente)

Prof. Dr. Carlos Alberto de Bastos Andrade
Universidade Estadual de Maringá

Profa. Dra. Débora Cristina Santiago
Universidade Estadual de Londrina

Prof. Dr. Antônio Nolla
Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Júlio César Guerreiro
Universidade Estadual de Maringá

Local de defesa: Anfiteatro II, Bloco J45, *campus* da Universidade Estadual de Maringá

AGRADECIMENTO

Primeiramente a Deus, pois sem ele nada seria possível.

À minha família por todo suporte que me deu durante mais essa fase da minha vida:

Ao meu amado esposo, Tiago Roque Benetoli da Silva, pela paciência, carinho, atenção e compreensão que me deu durante todo desenvolvimento desse trabalho, e principalmente nesse último ano, o qual foi tão sacrificante.

À minha filha Bianca Tavares da Silva, que mesmo sem compreender, foi tão importante para meu crescimento pessoal, e me deu ainda mais forças para concluir esse projeto. E à Eduarda Debortoli da Silva, que sempre foi tão presente e importante na minha vida.

Aos meus pais, Edison Antônio Tavares dos Santos e Zuma Pacheco Amaral e irmãs Camila Amaral Tavares, Claudia Amaral Tavares que sempre apoiaram minhas decisões e foram meus espelhos para minha evolução como pessoa.

Aos meus avós, que sempre acreditaram em mim, Benedicto, Zoraide (in memoriam), Sebastião e Assumpta, pelos ensinamentos dados por toda minha vida. Aos meus sogros Moacir e Iraci, à Avó Roza e aos meus cunhados Fábio e Guilherme, pelo carinho e amizade.

À Profa. Dra. Claudia Regina Dias-Arieira, pela aceitação de minha orientação, pelos ensinamentos, dedicação, paciência, compreensão e acompanhamento nos meus ensaios. Acima de tudo, agradeço pela amizade sincera, que foi essencial quando cheguei à Umuarama.

À Universidade Estadual de Maringá - UEM, sobretudo ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, por me permitir cursar o Doutorado e utilizar suas instalações para o desenvolvimento da pesquisa, e principalmente à Érika Cristina Takamizawa Sato, por sempre estar solícita e me ajudar tanto nos momentos de maior precisão.

Ao Prof. Dr. Osvaldo Ferrarese Filho pela aceitação de minha orientação no início do doutorado, amizade e ensinamentos.

Aos amigos: Jailson, Sophia, Thales, Douglas, Daniela, Juliana, Glaciela, Luis Carlos, Juliana, Simone, Adriana, Silvia, Odair, Héliida, Antonio e Ivonete, pela amizade de todos.

À Universidade Paranaense, em especial à Coordenação de Engenharia Agrônômica pela oportunidade dada e compreensão pelas minhas ausências, principalmente nessa etapa final do meu trabalho.

Aos meus colegas do laboratório de Fitopatologia da UEM, Campus Regional de Umuarama, Michelly, Isabela, Ana Paula, Laís, Fabio, Baccarin e todos aqueles que contribuíram para a realização deste trabalho. Um agradecimento especial à Thais, Flávia, Heriksen e Danielle, que tanto me auxiliaram na condução e análise dos meus ensaios.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa.

À Universidade Paranaense pelo auxílio financeiro através do Programa de Ajuda de Custo Reembolsável de Capacitação Docente.

À Fundação MS (Maracajú/MS), na pessoa do Sr. Jaimir Freitas dos Santos, pela doação das sementes de crambe.

A RM INDÚSTRIA (Campo Grande/MS), na pessoa do Sr Ricardo Francelino, pela doação das tortas de crambe.

Ao IAPAR - Instituto Agrônômico do Paraná, em especial à Dra. Marizangela Rizzatti Ávila e ao Sr. Aldo Luiz Figueiredo e à COODETEC – Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola, pelo fornecimento das sementes utilizadas nos ensaios.

EPÍGRAFE

Embora ninguém possa voltar atrás e fazer
um novo começo, qualquer um pode
começar agora e fazer um novo fim.

(Chico Xavier)

Potencial do crambe para o manejo de nematoide das lesões radiculares e das galhas na cultura da soja

RESUMO GERAL

O crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) é uma oleaginosa de inverno, de ciclo curto, sendo uma alternativa rentável de cultivo na safra de inverno em sucessão com a soja (*Glycine max* (L.) Merrill). A soja é uma das culturas de maior importância econômica para o Brasil, entretanto, alguns fatores podem limitar sua produção, entre eles, a presença dos nematoides *Meloidogyne javanica* e *Pratylenchus brachyurus*. Manejos alternativos têm sido estudados como formas de controle desses patógenos, sendo entre eles, a adição de matéria orgânica no solo e a rotação ou sucessão de culturas com espécies resistentes ou antagonistas aos nematoides. Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar o potencial do crambe no manejo de *M. javanica* e *P. brachyurus* na cultura da soja. Foram realizados experimentos avaliando a suscetibilidade do crambe à *M. javanica*, a inserção da oleaginosa no sistema de sucessão de culturas visando a redução da população de *M. javanica* e *P. brachyurus*, o uso de torta de crambe no controle de *M. javanica* e *P. brachyurus* e o efeito do extrato da parte aérea do crambe no desenvolvimento embrionário de *M. javanica*. O crambe apresentou suscetibilidade à *M. javanica*, com elevada reprodução do nematoide. Os parâmetros vegetativos e teor de óleo dos grãos não foram influenciados pelo parasitismo, ao contrário da produtividade e massa de grãos, que sofreram redução em função das populações do nematoide das galhas. A inserção do crambe no sistema de sucessão de culturas foi eficiente no controle do *P. brachyurus*, e a reprodução do *M. javanica* foi menor para o crambe quando comparado com os demais sistemas de sucessão. A aplicação de torta de crambe nos vasos cultivados com soja apresentaram redução na população de *M. javanica* e *P. brachyurus*, além de influenciar positivamente no desenvolvimento vegetativo da soja. O desenvolvimento embrionário de *M. javanica* não foi afetado pela exposição ao extrato aquoso e a taxa de eclosão dos juvenis de *M. javanica*, foi menor na concentração de 300ppm de extrato aquoso e não foi influenciado pelo extrato metanólico.

Palavras-chave: *Crambe abyssinica*, *Meloidogyne javanica*, *Pratylenchus brachyurus*, manejo alternativo.

Potential of crambe for the management of root lesion and root-knot
nematodes in soybean crop

GENERAL ABSTRACT

The crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) is an oleaginous plant of short cycle that can be cultivated in succession with soybean (*Glycine max* (L.) Merrill), in a profitable way, in the winter crop. Soybean is one of the most important crops in Brazil. However, its production can be limited by some factors, e.g. the presence of nematodes *Meloidogyne javanica* and *Pratylenchus brachyurus*. Alternative soil management systems were considered to control these pathogens, including organic matter addition and crop rotation or succession with species resistant to or antagonists of nematodes. Therefore, the present study aimed to assess the potential of crambe in the management of *M. javanica* and *P. brachyurus* in soybean crop. Experiments were conducted to assess the susceptibility of crambe to *M. javanica*, the introduction of the oilseed plant in the crop succession system aimed to reduce the population of *M. javanica* and *P. brachyurus*, the use of crambe meal in the control of *M. javanica* and *P. brachyurus* and the effect of extract obtained from the aerial part (shoot) of crambe on the embryonic development of *M. javanica*. The crambe plant was susceptible to *M. javanica*, with high reproduction rates of these pathogens. The vegetative parameters and grain oil content were not affected by parasitism, unlike yield and grain mass that were reduced in the presence of root-knt nematodes. The introduction of crambe in the crop succession system was found to be effective in controlling *P. brachyurus*, and the reproduction rates of *M. javanica* were lower for crambe compared to other succession systems. The application of crambe meal to pots planted with soybean showed reduction in the populations of *M. javanica* and *P. brachyurus*, and had a positive influence on soybean vegetative development. The embryonic development of *M. javanica* was not affected by exposure to the aqueous extract, and the number of hatched juveniles of *M. javanica* was lower at the concentration of 300 ppm of the aqueous extract, and was not influenced by the methanolic extract.

Keywords: *Crambe abyssinica*, *Meloidogyne javanica*, *Pratylenchus brachyurus*, alternative management.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1 - Suscetibilidade do crambe ao *Meloidogyne javanica* e influência do parasitismo nos parâmetros vegetativos e teor de óleo

Figura 1. Número de galhas em raízes de crambe em função da população de <i>M. javanica</i>	31
Figura 2. Número de ovos e juvenis em raízes de crambe em função da população de <i>M. javanica</i>	32
Figura 3. Número de sementes de crambe por vaso em função da população de <i>M. javanica</i>	34
Figura 4. Massa de sementes (g) de crambe por vaso, em função da população de <i>M. javanica</i>	34

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1 - Suscetibilidade do crambe ao *Meloidogyne javanica* e influência do parasitismo nos parâmetros vegetativos e teor de óleo

Tabela 1. Temperatura mínima e máxima (°C) durante os períodos experimentais, para o município de Umuarama.....	28
Tabela 2. Médias relativas à massa fresca da parte aérea (MFPa), massa seca da parte aérea (MSPa) e altura de plantas de crambe em função de diferentes concentrações de <i>M. javanica</i>	33
Tabela 3. Teor de óleo (%) nas sementes de crambe por vaso em função de diferentes concentrações de <i>M. javanica</i>	35

CAPÍTULO 2 - Sucessão crambe - soja no manejo de *Pratylenchus brachyurus* e *Meloidogyne javanica*

Tabela 1. Médias de altura de planta, massa da parte aérea fresca (MF) e seca (MS) da soja em função das plantas em sucessão em vasos inoculados com <i>P. brachyurus</i>	49
Tabela 2. Massa de raiz fresca (MFR), <i>P. brachyurus</i> por grama de raiz, e por planta em sistema de sucessão de culturas soja-tratamento-soja.....	49
Tabela 3. Médias de altura de planta, massa da parte aérea fresca (MF) e seca (MS) da soja em função das plantas em sucessão em vasos inoculados com <i>M. javanica</i>	51
Tabela 4. Massa fresca de raiz (MFR), número de nematoides por grama de raiz, número de nematoides na planta para o nematoide <i>M. javanica</i> na soja, em função das plantas de cobertura antecessoras.....	52

CAPÍTULO 3 - Controle de *Meloidogyne javanica* e *Pratylenchus brachyurus* com torta de crambe

Tabela 1. Médias de massa da parte aérea fresca (MF) e seca (MS) e massa de raiz (MR) de soja em função das doses de torta de crambe incorporadas ao solo, no ano de 2011, em plantas inoculadas com <i>M. javanica</i>	69
Tabela 2. Médias de massa da parte aérea fresca (MF) e seca (MS) e massa de raiz (MR) de soja em função das doses de torta de crambe incorporadas ao solo, no ano de 2012, em plantas inoculadas com <i>M. javanica</i>	69

Tabela 3. Médias de massa da parte aérea fresca (MF) e seca (MS) e massa de raiz (MR) de soja em função das doses de torta de crambe incorporadas ao solo, no ano de 2011, em plantas inoculadas com <i>P. brachyurus</i>	70
Tabela 4. Médias de massa da parte aérea fresca (MF) e seca (MS) e massa de raiz (MR) de soja em função das doses de torta de crambe incorporadas ao solo, no ano de 2012, em plantas inoculadas com <i>P. brachyurus</i>	70
Tabela 5. <i>Meloidogyne javanica</i> por grama de raiz de soja em função de doses de torta de crambe incorporadas ao solo, nos anos 2011 e 2012.....	70
Tabela 6. <i>Pratylenchus brachyurus</i> em 100 cm ³ no solo em função das doses de torta de crambe incorporadas ao solo, realizada nos anos de 2011 e 2012.....	71
Tabela 7. <i>Pratylenchus brachyurus</i> (Pb)/g de raiz de soja em função das doses de torta de crambe incorporada ao solo, realizada nos anos 2011 e 2012.....	72
CAPÍTULO 4 - Desenvolvimento embrionário e eclosão de juvenis de <i>Meloidogyne javanica</i> expostos a extratos aquosos e metanólicos de crambe	
Tabela 1. Porcentagem de ovos de <i>M. javanica</i> em estágio unicelular (uni), com duas (bi) ou quatro (tetra) células, multicelulares (multi) ou com juvenis formados no interior (J2 ovo), após três e sete dias de exposição a concentrações de extrato aquoso de crambe, realizado em duas épocas distintas no Ano 1.....	87
Tabela 2. Porcentagem de ovos de <i>M. javanica</i> em estágio unicelular (uni), com duas (bi) ou quatro (tetra) células, multicelulares (multi) ou com juvenis formados no interior (J2 ovo), após três e sete dias de exposição a concentrações de extrato metanólico de crambe, realizado em duas épocas distintas, no Ano 1....	88
Tabela 3. Porcentagem de juvenis (J2) de <i>M. javanica</i> eclodidos após três e sete dias de exposição a concentrações de extrato aquoso e metanólico de crambe, realizado em duas épocas distintas, no Ano 1.....	89
Tabela 4. Porcentagem de juvenis (J2) de <i>M. javanica</i> eclodidos após sete dias de exposição a concentrações de extrato aquoso e metanólico de crambe, no Ano 2..	89

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE TABELAS.....	viii
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA GERAL.....	3
2.1 Aspectos gerais da cultura do crambe.....	3
2.2 Nematoides de importância agrícola na soja.....	5
2.2.1. <i>Meloidogyne javanica</i>	5
2.2.2. <i>Pratylenchus brachyurus</i>	6
2.3 Controle alternativo de nematoides na cultura da soja.....	7
3. REFERÊNCIAS.....	14
CAPÍTULO 1 - Suscetibilidade do crambe ao <i>Meloidogyne javanica</i> e influência do parasitismo nos parâmetros vegetativos e teor de óleo.....	23
RESUMO.....	24
ABSTRACT.....	25
1. INTRODUÇÃO.....	26
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	28
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
4. CONCLUSÃO.....	36
5 REFERÊNCIAS.....	37
CAPÍTULO 2 - Sucessão crambe - soja no manejo de <i>Pratylenchus brachyurus</i> e <i>Meloidogyne javanica</i>	40
RESUMO.....	41
ABSTRACT.....	42
1. INTRODUÇÃO.....	43
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	47
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	49
4. CONCLUSÃO.....	54
5 REFERÊNCIAS.....	55
CAPÍTULO 3 - Controle de <i>Meloidogyne javanica</i> e <i>Pratylenchus brachyurus</i> com torta de crambe.....	61
RESUMO.....	62

ABSTRACT.....	63
1. INTRODUÇÃO	64
2. MATERIAL E MÉTODOS	66
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	68
4. CONCLUSÃO	74
5 REFERÊNCIAS.....	75
CAPÍTULO 4 - Desenvolvimento embrionário e eclosão de juvenis de <i>Meloidogyne javanica</i> expostos a extratos aquosos e metanólicos de crambe.....	79
RESUMO.....	80
ABSTRACT.....	81
1. INTRODUÇÃO	82
2. MATERIAL E MÉTODOS	85
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	87
4. CONCLUSÃO	91
5 REFERÊNCIAS.....	92

1. INTRODUÇÃO GERAL

O crambe é uma crucífera de inverno, oleaginosa, pertencente à Brassicaceae (MACHADO et al., 2008), originária do Mediterrâneo e com ciclo curto, que varia de 90 a 100 dias (OPLINGER et al., 1991). Por ser resistente a períodos de seca e baixa temperatura, o crambe tem sido uma alternativa para semeadura na safra de inverno, no sistema plantio direto, com posterior semeadura da soja. Entretanto, poucas são as informações sobre o manejo e as potencialidades dessa planta, entre elas, seu uso como controle alternativo de nematoides de importância para a cultura da soja, como *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood e *Pratylenchus brachyurus* (Godfrey) Filipjev e Schuurmans Steekhoven.

A última safra da soja (2013/14) produziu 86 milhões de toneladas de grãos (CONAB, 2014), justificando sua posição como uma das culturas de maior importância econômica para o país, entretanto, essa elevada produtividade tem sido prejudicada pela presença dos nematoides das galhas e lesões radiculares nas áreas de produção (FERRAZ, 2006).

A espécie *M. javanica* é encontrado na maioria das áreas cultivadas, resultando em perdas elevadas na produção (YORINORI, 2000). Já o *P. brachyurus* é considerado o mais importante nas regiões produtoras de soja do país, devido a altas populações, ocasionando sérios prejuízos à cultura (INOMOTO, 2011a). Ferraz (2006) relatam que a presença do patógeno em áreas de produção de soja ocasionou reduções entre 30 e 50% da produção de grãos.

Uma forma de tentar reduzir as populações dos patógenos existentes no solo, a aplicação de nematicidas sistêmicos, apesar de eficiente, tem sido restrito, pois além de elevar os custos de produção, são comprovadamente tóxicos ao meio ambiente e à saúde humana (COLLANGE et al., 2011). Dessa forma, manejos alternativos vêm sendo pesquisados visando integração entre as técnicas disponíveis, o que torna o cultivo mais racional, eficiente e econômico.

A adição de matéria orgânica no solo promove o aumento da população microbiana antagonista aos nematoides, contribuindo para seu controle, além de proporcionar alterações benéficas nas propriedades físicas e químicas do solo (KAPLAN et al., 1992; McSORLEY; GALLAHER, 1995).

Roldi et al. (2013) observaram que entre os fertilizantes orgânicos aplicados em vasos de tomates, a torta de mamona e o bokashi reduziram significativamente a população de *Meloidogyne incognita* (Kofoid e White) Chitwood, além de contribuir para o melhor desenvolvimento do tomateiro. Oliveira et al. (2005) relataram que o uso da torta de filtro foi eficiente no controle de *P. brachyurus* em áreas de cultivo de cana-de-açúcar.

Outra alternativa de manejo é a rotação ou sucessão com culturas não hospedeiras, sendo comumente utilizadas espécies de leguminosas nos estudos. Outras espécies cultivadas têm sido estudadas como alternativas de semeadura na entressafra proporcionando redução da população de nematoides e retorno econômico. Em estudos com espécies vegetais na sucessão com soja, o nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L. var. oleiferus Metzg) apresentou-se como excelente opção no controle dos nematoides das lesões radiculares (VEDOVETO et al, 2013; RODRIGUES et al., 2014).

O aproveitamento de substância química liberada pelas plantas, com potenciais aleloquímicas pode ser alternativa ao uso de nematicidas. Plantas que estão expostas a mudanças do ambiente, onde se incluem ataque de patógenos e predadores por longos períodos, são estimuladas para produzir metabólitos secundários, os quais conferem proteção à maioria destes ataques (FERREIRA; ÁQUILA, 2000). Nesse contexto, alguns produtos da decomposição dos glucosinolatos contidos nas brássicas também são referidos como sendo nematicidas (RIZZARDI et al., 2008).

Por ser uma cultura nova, poucos são os estudos sobre o uso de crambe como alternativa no manejo dos nematoides de importância na produção da soja. Dessa forma, o objetivo do presente trabalho foi estudar a inserção do crambe, em sistema de sucessão de culturas com a soja, avaliando sua suscetibilidade aos nematoides das galhas e das lesões radiculares, além do uso de subprodutos, como a torta de crambe no manejo dos patógenos.

2. REVISÃO DE LITERATURA GERAL

2.1. Aspectos gerais da cultura do crambe

O crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) é uma oleaginosa de inverno, pertencente à família Brassicaceae (MACHADO et al., 2008) de origem mediterrânea (OPLINGER et al., 1991). Trata-se de uma espécie de ciclo anual, porte ereto, com altura variando de 60 cm a 1 metro (OPLINGER et al., 1991; PITOL, 2008).

Pitol et al. (2010) afirmam que em condições de baixa precipitação e umidade relativa do ar, a cultura apresenta poucos problemas com doenças fúngicas. Entretanto, Moers et al. (2012) observaram presença de *Fusarium* sp. causando tombamento nas plantas jovens, *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* causando podridão negra, e manchas de *Alternaria brassicae* em plantas adultas, na região oeste do Paraná. Glaser (1996) relatou que, em condições de umidade excessiva, a produtividade do crambe foi reduzida, em função da presença de mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*), manchas de alternária (*Alternaria* sp.), canela preta (*Leptosphaeria maculans*) e podridão de raiz (*Pythium*), outro problema relatado diz respeito à redução na germinação e vigor das sementes quando infectadas por *Alternaria*.

Tal espécie possui ciclo curto (90 a 100 dias) (OPLINGER et al., 1991) e pode ser cultivada em regiões de clima tropical e subtropical, com resistência à deficiência hídrica, principalmente na fase vegetativa, não tolerando períodos longos de chuvas ou de alta umidade. É resistente a baixas temperaturas, porém, após a germinação não suporta temperaturas inferiores a 3°C negativo (PITOL et al., 2010). Segundo Knights (2002), a cultura tem melhor desenvolvimento vegetativo em temperaturas que variam de 15 a 25°C, com tolerância a maiores temperaturas, exceto no florescimento. Silva et al. (2013) relataram queda na produção de grãos em condições de temperatura atingindo 30°C durante o ciclo da cultura.

Em função dessas características, o crambe pode ser semeado tardiamente, na safra de inverno, sendo uma alternativa à segunda safra do milho (*Zea mays* L.) (KNIGHTS, 2002). Outra vantagem é a possibilidade do cultivo mecânico, desde a semeadura até a colheita, com pequenas adaptações nos implementos usados para soja (*Glycine max* (L.) Merrill) e milho (PITOL et al., 2010), credenciando-o para inserção no sistema de rotação ou sucessão de culturas.

Apesar de pouco conhecida e carecendo de mais estudos a respeito do seu cultivo e potencialidades, as áreas de produção dos grãos do crambe vem se expandindo desde o estabelecimento da primeira cultivar, MS Brilhante, em 2007 (ROSCOE; DELMONTES, 2008). Dados de 2011 mostraram que as regiões de Itumbiara, Rio Verde, Jataí, Luziânia e Formosa (Goiás) produziu uma área de 3,5 mil hectares e nos municípios de Ponta Porã, Maracaju, Dourados, São Gabriel e Chapadão do Sul, em Mato Grosso do Sul, a área total destinada à produção de crambe foi de 3 mil hectares. (BIODIESEL, 2011).

A planta possui sistema radicular profundo, sendo considerada importante para a ciclagem de nutrientes (KNIGHTS, 2002), porém, não tolera acidez do solo, sendo necessário a realização de correção do solo (PITOL, 2008).

O período entre a semeadura e a floração é de aproximadamente 54 dias (intervalo de 42 a 64 dias) e a floração termina 12 a 15 dias antes da maturação fisiológica. A umidade ideal dos grãos para colheita deve ser de 14% (ENDRES; SCHATZ, 1993).

Pesquisas realizadas pela Fundação MS, em Maracajú (MS), indicaram produtividade entre 1.000 e 1.500 kg ha⁻¹ e rendimento de óleo de 25 litros para 100 quilos de grãos (SILVA, 2007). Resultados experimentais obtidos por Silva et al. (2011) indicaram que na época da colheita, a cultura produz ao redor de 28 t ha⁻¹ de massa de matéria verde e 6 t ha⁻¹ de massa seca da parte aérea.

Os grãos possuem teor de óleo de aproximadamente 38% em massa, sem casca e apresenta mais de 50% de ácido erúico, podendo servir como fonte de matéria prima para a produção de biodiesel, além de alternativa de matéria prima para diversos produtos derivados do petróleo (LAGHETTI, 1995). Contudo, é importante salientar que o óleo do crambe é impróprio para o consumo humano, visto que para este fim devem ter menos de 5% de ácido erúico (VIANNI; BRAZ-FILHO, 1996).

O biodiesel é um combustível líquido, biodegradável, não tóxico, produzido a partir de várias matérias-primas. Atualmente a indústria utiliza como fonte vegetal, o óleo de soja, seguido do girassol, além de sebo bovino. Porém, novas fontes estão sendo estudadas (BRASIL et al., 2007) e o crambe, por todas as características apresentadas até aqui, mostra-se como excelente alternativa.

A extração do óleo nos grãos de crambe é considerada relativamente simples, e é feita por meio de prensa/extrusão. Após a prensagem, obtém-se a torta como resíduo,

mas a utilização para alimentação de ruminantes deve ser limitada a 5% do peso total, devido à presença de glucosinolatos (PITOL et al., 2010). Outra possibilidade de uso do resíduo gerado é como adubo orgânico, que pode representar significativo aporte de nutrientes (SOUZA et al., 2009) e elevação dos teores de matéria orgânica no solo, após a decomposição (ROSCOE et al., 2006).

2.2. Nematoides de importância agrícola na soja

A soja é, atualmente, a cultura agrícola mais importante no Brasil, ocupando um total de 3,01 milhões de hectares cultivados na última safra (2013/14) e produção de 86 milhões de toneladas de grãos (CONAB, 2014). Apesar da alta produção de grãos, nematoides têm sido apontados como um dos principais limitantes da produtividade agrícola da cultura. Isto porque o sistema plantio direto tem proporcionado aumentos consideráveis na população desses organismos, pela presença contínua de raízes, que servem como fonte de alimento (ASMUS, 2009).

Entre os nematoides de maior importância na cultura da soja, no Brasil estão *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood, *Meloidogyne incognita* (Kofoid e White) Chitwood (YORINORI, 2000), *Pratylenchus brachyurus* (Godfrey) Filipjev e Schuurmans Steckhoven (FERRAZ, 2006), *Heterodera glycines* Ichinohe (FRANZENER et al., 2005), *Rotylenchulus reniformis* (Linford e Oliveira) (DIAS et al., 2010a).

2.2.1. *Meloidogyne* spp.

Nematoides das galhas (*M. javanica* e *M. incognita*) destacam-se entre as espécies de grande importância para a cultura da soja (YORINORI, 2000), sendo encontrados em diversas regiões de clima tropical e subtropical (HUNT et al., 2005). Segundo Dias-Arieira et al. (2003), em países de clima tropical, as espécies *M. javanica* e *M. incognita* encontram condições, como umidade e temperatura, ideais para reprodução, sendo fatores agravantes no controle dos patógenos, os quais após terem se estabelecido em uma área são de difícil erradicação, exigindo alternativas que promovam a redução populacional dos parasitos.

Nas lavouras de soja, geralmente, observam-se manchas em reboleiras (DIAS et al, 2010b) e nas plantas, diferentes graus de nanismo e amarelecimento (SIKORA et al., 2005). As folhas podem apresentar manchas cloróticas ou necrose entre nervuras (aspectos de folhas “carijó”), abortamento de vagens e amadurecimento

premature das plantas (DIAS et al., 2010b). Nas raízes, observam-se galhas em número e tamanho variados (SIKORA et al., 2005), dependendo da suscetibilidade da cultivar e da densidade populacional do nematoide no solo (DIAS et al., 2010b). Os nematoides deste gênero incitam galhas nas raízes e causam redução na absorção de nutrientes e translocamento de água, culminando com menor crescimento da parte aérea da planta (TIHOHOD, 2000), causando perdas elevadas na produção (YORINORI, 2000).

No Brasil, a ocorrência de nematoides se verifica na maioria das regiões produtoras de soja, causando prejuízos que vão se agravando à medida que as áreas de cultivo vão se expandindo (ANTÔNIO, 1992; DIAS et al., 2000; DIAS-ARIEIRA et al., 2003). Contribui para isso a alta capacidade reprodutiva desses nematoides (CARNEIRO et al., 2007), elevando a população no campo. Em levantamento das áreas de produção de soja na região oeste do Paraná, Franzener et al. (2005) observaram que das 21 cidades avaliadas, 19 continham nematoides das galhas (*M. incognita* e *M. javanica*).

Nos cultivos anuais de verão, a população dos nematoides, tende a aumentar, pois se reproduzem na presença da cultura suscetível, como a soja, e são favorecidas pelas condições de temperatura e umidade do solo (INOMOTO; ASMUS, 2013), e decrescem após a colheita (ASMUS; ISHIMI, 2009).

Entre as possíveis sucessões de culturas, destaca-se a de soja – feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.), por ser problemática (INOMOTO; ASMUS, 2013), pois as plantas são suscetíveis a várias espécies de *Meloidogyne* spp. (SIMÃO et al., 2005; ZENI et al., 2014). Já outras espécies como milho (ASMUS et al., 2000; RIBEIRO et al., 2002), aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb) e nabo-forageiro (*Raphanus sativus* L. var. *oleiferus* Metzg) (CARNEIRO et al., 1998) são consideradas não hospedeiras do *M. javanica*.

2.2.2. *Pratylenchus brachyurus*

Pratylenchus brachyurus, ou nematoide das lesões radiculares, são mundialmente considerados como um dos maiores problemas em culturas de grande importância econômica, como por exemplo, soja (FERRAZ, 1996; LIMA et al., 2012; RIBEIRO et al., 2014), milho (INOMOTO, 2011a; NIKUMA et al., 2012; VEDOVETO et al., 2013; COSTA et al., 2014; RODRIGUES et al., 2014), café (*Coffea arabica* L.) (CASTRO et al., 2008; GOULART, 2008), cana-de-açúcar (*Saccharum officinaru* L) (MACHADO et al., 2006; SEVERINO et al., 2010;

INOMOTO, 2011b), além de forrageiras, hortaliças e frutíferas (GOULART, 2008). Apresentam ampla gama de hospedeiros e distribuição generalizada em diferentes regiões de clima tropical, subtropical e temperada (DUNCAN; MOENS, 2006).

A espécie é considerada a mais importante nas regiões produtoras de soja do país, devido a altas populações e prejuízos que tem ocasionado (INOMOTO, 2011a), com reduções de aproximadamente 30% (DIAS et al., 2010a).

Os danos causados por este parasito são lesões na região do parênquima cortical das raízes, advindas da ação traumática, causada pela movimentação, alimentação e consumo das células vegetais; e também tóxica, devido à liberação de enzimas e toxinas durante todo processo infectivo (FERRAZ, 1999).

A ocorrência do nematoide foi relatada em diversas regiões do Brasil e em cultivos variados, como soja, algodão e milho no Mato Grosso (MT) (SILVA et al., 2004; RIBEIRO et al., 2010; DEBIASI et al., 2011), arroz (*Oryziasativa* L.) no MT e Goiás (GO) (RACK et al., 2013), soja no MT, GO, Mato Grosso do Sul (MS), Minas Gerais (MG) e Tocantins (TO) (FALEIRO et al., 2012), cana-de-açúcar no Paraná (PR) (SEVERINO et al., 2007), mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) na Amazônia (AM) (ROSA et al., 2014).

O manejo do *P. brachyurus* em lavouras de soja é muito difícil, pois este microrganismo se reproduz intensamente nas culturas normalmente utilizadas em sucessão ou rotação, entretanto, a utilização de plantas de cobertura constitui uma promissora alternativa no manejo do parasito (COSTA et al., 2014).

2.3. Controle alternativo de nematoides na cultura da soja

Na tentativa de diminuir as populações de nematoides, alguns métodos de controle vêm sendo pesquisados, visando integrar as técnicas já disponíveis, para tornar o processo produtivo mais eficiente e econômico. Entre as estratégias recomendadas estão a aplicação de nematicidas, o uso de cultivares resistentes e a adoção de métodos alternativos, como, incorporação de matéria orgânica, emprego de plantas antagônicas, rotação e sucessão de culturas com plantas não hospedeiras (OLIVEIRA et al., 2005).

O controle químico dos parasitos, aplicado diretamente ao solo, tem sido reduzido nas áreas de produção agrícola, pois além de caros, são altamente tóxicos ao meio ambiente e aos seres vivos. (GUARDIANO et al., 2009; COLLANGE et al., 2011). Já o tratamento químico de sementes, por ser menos danoso ao ambiente, fácil de ser aplicado (GONÇALVES JUNIOR et al., 2013) e eficaz no

controle do nematoide, evitando os danos nos estágios iniciais de desenvolvimento da planta (RIBEIRO et al., 2014), pode ser uma opção de manejo. Entre os princípios ativos registrados para a cultura da soja estão abamectina, avermectina, tiabendazol (VITTI, 2009). Apesar das vantagens apresentadas, resultados mostram que esse tratamento possui curto período de proteção, chegando a 30 dias após a emergência das plântulas (CORTE et al., 2014). Segundo os autores, a tecnologia de aplicação pode ser a explicação para essa baixa eficiência, pois quando associado o tratamento de semente à aplicação do nematicida ao sulco de plantio, o controle de *M. javanica* e *P. brachyurus* foi estendido até 60 dias.

Outro entrave no manejo dos nematoides é a limitação no número de cultivares resistentes, adaptadas às diferentes regiões de cultivo (CARNEIRO et al., 2007), pois a ampla gama de hospedeiro vegetais de algumas espécies de nematoides dificultam seu manejo (HERMAN et al., 1991).

Para Araújo et al. (2012), o desenvolvimento e uso de genótipos com resistência genética é um método efetivo para minimizar as perdas de produção da soja, causada pelos nematoides das galhas, porém a maioria dos genótipos cultivados no Brasil têm apresentado suscetibilidade aos nematoides. Segundo Herman et al. (1991), alguns cultivares de soja apresentam resistência parcial à *Meloidogyne* ssp., permitindo formação de galhas e elevando a densidade populacional da espécie no solo após a colheita, prejudicando o desenvolvimento de culturas sensíveis em sucessão.

Em situações de solo com população mista de nematoides, o uso de cultivares resistentes à apenas uma espécie promove o decréscimo populacional do mesmo, enquanto as outras tornam-se problemáticas pelo aumento populacional (ROBERTS, 2002).

A incorporação de matéria orgânica ao solo é uma prática antiga na agricultura e muito comum em sistemas de subsistência, principalmente por melhorar a estrutura e a fertilidade do solo. Além disso, a adição de determinados materiais ao solo favorece a redução da população de nematoides (STIRLING, 1991).

O uso de matéria orgânica, além do controle do nematoide, apresenta benefícios complementares, se comparado a outros métodos de controle (LOPES et al., 2008), pois promove o aumento da população microbiana antagonista aos nematoides, resultando ainda em alterações nas propriedades físicas e químicas do solo (KAPLAN et al., 1992; McSORLEY; GALLAHER, 1995).

De acordo com Lopes et al. (2008), a redução na população de nematoides pelo uso de matéria orgânica envolve múltiplos modos de ação, como o favorecimento da microbiota antagonista ao nematoide, a liberação de fitoquímicos secundários ou outros compostos nematicidas, além da maior capacidade da planta em resistir ao parasitismo, todos eles atuando de forma isolada ou sinérgica. Segundo Stirling et al. (2003), a amplitude do efeito nematicida depende do tipo e da quantidade de resíduo usado, da planta hospedeira, das condições ambientais, da espécie de nematoide e da microbiota dominante no solo. As principais fontes de matéria orgânica para o controle de nematoides são tortas de sementes de oleaginosas (mamona, nim, amendoim, mostarda, algodão, soja, linho e outros) (DUTRA et al., 2006; LOPES et al., 2008; UMAR; SIMON, 2008; LOPES et al., 2009; DINARDO-MIRANDA; FRACASSO, 2010; MOHAN, 2011; TIYAGIA et al., 2011), biomassa vegetal (INOMOTO, 2010; VEDOVETO et al., 2013; COSTA et al., 2014; RODRIGUES et al., 2014), e outras.

O cultivo da soja caracteriza-se como monocultura (VEDOVETO et al., 2013), que consiste no cultivo da mesma espécie vegetal, no mesmo local da lavoura, onde estão presentes seus próprios restos culturais (REIS et al., 2011). De um lado o sistema apresenta vantagens, como avanços tecnológicos e outros benefícios; porém pode gerar problemas fitossanitários, com aumento da infestação de agentes patogênicos e outras pragas (VEDOVETO et al., 2013).

No que tange o manejo de nematoides, uma opção é a rotação de culturas, que consiste em alternar espécies vegetais, no decorrer do tempo, numa mesma área agrícola (EMBRAPA, 2010). A alternância das culturas interfere nas propriedades biológicas, promovendo equilíbrio, que geralmente desfavorece o patógeno. Dessa forma, além da ausência do hospedeiro preferencial, a rotação de culturas promove aumento da microbiota do solo e, com isso, a competição entre os microrganismos (BETTIOL; GHINI, 2005).

A rotação age sobre a fase saprofítica dos fitopatógenos nos restos culturais das plantas hospedeiras. Pela rotação de culturas, a fonte nutricional dos fitopatógenos (restos culturais), é eliminada e conseqüentemente os submete a competição microbiana e inanição (REIS et al., 2011).

Já o cultivo sucessivo de culturas é caracterizado como uma sequência pré-estabelecida de espécies vegetais, dentro do mesmo ano agrícola (REIS et al., 2005),

possibilitando a inclusão de espécies antagonistas ou não hospedeiras de nematoides na entressafra da soja. Dessa forma, é uma medida altamente recomendável, com a finalidade de evitar o aumento excessivo de pragas e de agentes causadores de doenças (INOMOTO et al., 2011a).

A inserção de plantas de cobertura de inverno em sucessão à soja, além de proteção do solo, é uma estratégia que contribui para a melhoria da qualidade do solo (SILVA et al., 2012), incluindo características físicas, como porosidade, redução de compactação, melhora na agregação entre as partículas do solo, dentre outras, em função da decomposição dos resíduos vegetais (MOHLER, 2009), e promove aumento da microbiota do solo e, com isso, a competição entre os microrganismos (BETTIOL; GHINI, 2005). Promove também a reciclagem de nutrientes, ao escolher espécies vegetais com sistemas radiculares profundos, capazes de atingir diferentes profundidades, proporcionando aproveitamento de nutrientes disponível em várias camadas do perfil de solo (FRANCHINI et al., 2011).

As espécies escolhidas devem ter propósitos comerciais e de manutenção ou recuperação do meio-ambiente (EMBRAPA, 2010). Para a obtenção de máxima eficiência da capacidade produtiva do solo, o planejamento de sucessão deve considerar, além das espécies comerciais, aquelas destinadas à cobertura do solo, que produzam grandes quantidades de biomassa, cultivadas, quer em condição solteira ou em consórcio, com culturas comerciais (EMBRAPA, 2006). Também deve-se atentar ao fato, que, as plantas envolvidas no sistema tenham suscetibilidade a diferentes pragas e doenças, evitando as espécies que sejam hospedeiras de pragas e doenças de importância econômica para as culturas principais. Além disso, devem permitir a introdução de espécies vegetais não hospedeiras aos nematoides, visando à redução da população no solo (FRANCHINI et al., 2011).

Associado a esse manejo, o uso de culturas resistentes a determinadas espécies de nematoides confere vantagem adicional, por permitir a quebra do ciclo de vida desses parasitos e a consequente redução da população no solo (ASMUS, 2009). Para Mendes et al. (2013), este método tem grande potencial no manejo dos nematoides, com resultados promissores para o controle de *P. brachyurus* (CHIAMOLERA et al., 2012) e *M. javanica* (INOMOTO et al., 2008), dentre outras espécies.

As principais espécies vegetais usadas no sistema de sucessão de culturas são a soja cultivada no verão, alternando-se com milho ou trigo (*Triticum aestivum* L) no

inverno (FRANCHINI et al., 2011). Entretanto, deve-se buscar outras espécies para constituírem esse sistema, proporcionando opções aos agricultores. Em experimento visando verificar o efeito do teor de matéria orgânica do solo, com plantas de cobertura e sistema de plantio no controle de *P. brachyurus* em soja, Costa et al. (2014) verificaram que algumas espécies vegetais, como *Crotalaria spectabilis* Roth reduziram a população de nematoides na cultura da soja. Outros autores relatam a redução da população de nematoides com espécies como *Brachiaria dictioneura* (Fig. e De Not.), (INOMOTO et al., 2007), *Crotalaria spectabilis* Roth (INOMOTO, 2010). Costa et al. (2012), citam os benefícios de plantas de cobertura, como sendo antagonistas e ideais para a recomendação em rotação ou consorciação. Goulart (2008), cita espécies como *Crotalárias* sp. e *Tagetes* sp. como plantas antagônicas ao nematoide das lesões radiculares.

Avaliando espécies vegetais para sucessão de culturas, Rodrigues et al. (2014) relataram resultados positivos na redução de *P. brachyurus* em soja pela crotalária (*Crotalaria juncea* L.), estilosantes (*Stylosantes capitata* Vog.+ *Stylosantes macrocephala* Ferreira e Costa (80+20%)), nabo forrageiro e pousio. Vedoveto et al. (2013) relataram que no sistema de sucessão, a incorporação da parte aérea do guandu (*Cajanus cajan* (L.) Mill) e nabo forrageiro foram eficientes no controle do nematoide. Entretanto, quando as plantas não foram incorporadas, os melhores tratamentos foram com mucuna-preta (*Stizolobium aterrimum* Piper e Tracy cv. Mucuna-preta), crotalária e estilosantes, ambos em condições controladas.

Em experimento no campo, espécies como aveia-preta, nabo forrageiro e o consórcio aveia-preta+nabo forrageiro, semeadas no inverno, após o cultivo do milho, possibilitaram menor reprodução de *P. brachyurus*, sendo classificadas como resistentes ao nematoide (CHIAMOLERA et al., 2012).

A sucessão de culturas é prática eficiente no controle dos nematoides, sendo importante associá-la a plantas resistentes, gerando maior impacto na densidade populacional do parasito no solo. Dessa forma, duas práticas importantes no manejo dos nematoides são o uso de cultivares com moderados ou elevados graus de resistência e a escolha de sequências de culturas que incluam plantas resistentes (INOMOTO; ASMUS, 2013).

Assim, as culturas de cobertura constituem alternativa promissora para o controle destes parasitas, como citam Rodriguez-Kábana e Canullo (1992). Os autores

observam que é possível utilizar plantas armadilhas (há penetração, mas o nematoide não completa o seu desenvolvimento), maus hospedeiros (há penetração, mas poucos nematoides se desenvolvem) e aquelas que contêm compostos nematicidas e nematostáticos em seus tecidos, que podem ser liberados no meio externo (COSTA et al., 2014).

Apesar das características do crambe para semeadura em sistema de sucessão (KNIGHTS, 2002; PITOL et al., 2010), principalmente à soja, poucos são os estudos visando avaliar os efeitos nematicidas ou, até mesmo sua suscetibilidade a nematoides.

Em estudos sobre resistência do crambe a *P. brachyurus*, Dias et al. (2012) observaram que o fator de reprodução do crambe, *C. spectabilis*, guandu cv. Fava larga e tremoço branco (*Lupinus albus*, L. "comum"), foram iguais a zero quando sucederam a soja, sendo recomendadas para a semeadura em áreas infestadas. Já Kok e Coenen (1996) classificaram o crambe como hospedeiro intermediário para *Pratylenchus penetrans* (Cobb) Sher e Allen.

No manejo de *M. javanica*, Asmus e Andrade (2001) indicaram o crambe como suscetível ao nematoide das galhas. Porém, mesmo havendo reprodução do nematoide, a intensidade foi menor quando comparado com a canola (*Brassica napus* L. var. oleífera) e a quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Souza et al. (2011), classificaram o crambe como suscetível a este nematoide, com reprodução diretamente proporcional ao aumento no nível de inoculo.

O aproveitamento de substância química liberada pelas plantas, com potenciais aleloquímicas pode ser alternativa ao uso de nematicidas. Plantas que estão expostas a mudanças do ambiente, onde se incluem ataque de patógenos e predadores por longos períodos, é estimulada a produção de metabólitos secundários, os quais conferem proteção à maioria destes ataques (FERREIRA; ÁQUILA, 2000). Nesse contexto, alguns produtos da decomposição dos glucosinolatos contidos nas brássicas, também são referidos como sendo nematicidas (RIZZARDI et al., 2008).

O uso de espécies de brássicas como biofumigante do solo foi amplamente estudada, com resíduos vegetais de couve-flor (*Brassica oleracea* L. var. botrytis), brócolis (*Brassica oleracea* L. var. italica) e mostarda (*Brassica campestris* L.) incorporadas ao solo para controle de *M. javanica* (NEVES et al., 2007) ou uso de efluentes de biodigestor a base de repolho (*Brassica oleraceae* L. var. capitata) e mostarda em *M. incognita* (DIAS-ARIEIRA et al., 2010) evidenciando a eficiência dos

metabólitos. Neves et al. (2009) aplicaram óleo de mostarda em plantas de tomate e obtiveram redução de 99% de galhas e ovos de *M. javanica*. A incorporação de resíduos vegetais de crambe (DIAS et al., 2012) e nabo forrageiro (INOMOTO et al. 2006; DIAS et al., 2012) foi eficiente no controle de *P. brachyurus*

Muitas espécies brassicáceas, como canola, colza (*Brassica napus* L.) e crambe, são conhecidas por serem potencialmente nematicidas. De acordo com Chew (1988) apud Eberlein (1998), espécies do gênero *Brassica* sintetizam grande quantidade de glucosinolatos, que são convertidos em uma variedade de potenciais aleloquímicos, incluindo tiocianatos e nitrilas.

A utilização de tortas de sementes oleaginosas, objetivando o controle de espécies de nematoides já foi relatada, como a torta de nim (*Azadirachta indica* A. Juss) (LOPES et al., 2008; UMAR; SIMON, 2008; MOHAN, 2011), mamona (*Ricinus communis* L.) (DUTRA et al., 2006; LOPES et al., 2009; DINARDO-MIRANDA; FRACASSO, 2010), girassol (*Helianthus annuus* L.) e linhaça (*Linum usitatissimum* L.) (TIYAGIA et al., 2011). Segundo Rodríguez-Kábana (1986) e Kaplan et al. (1992), o efeito antagonista das tortas sobre os nematoides inclui, principalmente, a liberação de diferentes formas de nitrogênio no solo.

Além das relatadas, outra possibilidade é o uso da torta de crambe, subproduto da extração do óleo das sementes de crambe (SOUZA et al., 2009; OKA, 2010).

3. REFERÊNCIAS

- ANTÔNIO, H. Fitonematoides na cultura da soja. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, n. 16, p.60-65, 1992.
- ARAÚJO, F.F.; BRAGANTE, R.J.; BRAGANTE, C.E. Controle genético, químico e biológico de meloidoginose na cultura da soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.42, n.2, p. 220-224, 2012.
- ASMUS, G.L. Nematoides em sistema plantio direto. In: Encontro de Plantio Direto no cerrado, 10, 2009, Dourados. **Anais...Dourados**: Embrapa, 2009. 3p. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/24226/1/Sistema-Plantio-Direto-e-Nematoides-Guilherme-Asmus.pdf>. Acesso em 05 ago 2014.
- ASMUS, G.L.; ANDRADE, P.J.M. Reprodução do nematoide das galhas (*Meloidogyne javanica*) em algumas plantas alternativas para uso em sucessão à cultura da soja. **Comunicado Técnico**, 37. Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, 2001.
- ASMUS, G.L.; FERRAZ, L.C.C.B.; APPEZZATO-da-GLÓRIA, B. Alterações anatômicas em raízes de milho (*Zea mays* L.) parasitadas por *Meloidogyne javanica*. **Nematropica**, Auburn, v.30, n.1, p.33-40, 2000.
- ASMUS, G.L.; ISHIMI, C.M. Flutuação populacional de *Rotylenchulus reniformis* em solo cultivado com algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.1, p.51-57, 2009.
- BETTIOL, W.; GHINI, R. Solos supressivos. IN: MICHEREFF, S.J.; ANDRADE, D.E.G.T.; MENEZES, M. (Ed) **Ecologia e manejo de patógenos radiculares em solos tropicais**. UFRPE: Recife, 2005. p. 125 – 152, 2005.
- BIODIESEL.COM.BR. **Crambe: preço, área plantada e mercado garantido**. (2011). Disponível em: <http://www.biodieselbr.com/noticias/em-foco/crambe-mercado-garantido-080811.htm>. Acesso em 21 de out. de 2014.
- BRASIL, A.N.; LOREGIAN, H.B.; NUNES, D.L. **Projeto e construção de usina didática para produção de biodiesel**. Universidade de Itaúna. Itaúna/MG, 2007.
- CARNEIRO, R.G.; MORITZ, M.P.; MÔNACO, A.P.A.; NAKAMURA, K.C.; SCHERER, A. Reação de milho, sorgo e milheto a *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *M. paranaensis*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.31, n.2, p.9-13, 2007.
- CARNEIRO, R.M.D.G.; CARVALHO, F.L.C.; KULCZYNSKI, S.M. Seleção de plantas para o controle de *Mesocriconema xenoplax* e *Meloidogyne* spp. através de rotação de culturas. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.22, n.2, p.41-48, 1998.
- CASTRO, J.M.C.; CAMPOS, V.P.; POZZA, E.A.; NAVES, R.L.; ANDRADE JÚNIOR, W.C.; DUTRA, M.R.; COIMBRA, J.L.; MAXIMINIANO, C.; SILVA, J.R.C. Levantamento de fitonematoides em cafezais do sul de Minas Gerais. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.32, n.1, p.56-64, 2008.

CHIAMOLERA, F.M.; DIAS-ARIEIRA C.R.; SOUTO, E.R.; BIELA, F.; CUNHA, T.P.L.; SANTANA, S.M.; PUERARI, E.H. Suscetibilidade de culturas de inverno a *Pratylenchus brachyurus* e atividade sobre a população do nematoide na cultura do milho. **Nematropica**, Auburn v.42, n.2, p. 267-275, 2012.

COLE, R.A. Isothiocyanates, nitriles and thiocyanates as products of autolysis of glucosinolates in Cruciferae. **Phytochemistry**, v.15, p.759-762, 1976.

COLLANGE, B.; NAVARRETE, M.; PEYRE, G.; MATEILLE, T.; TCHAMITCHIAN, M. Root-knot nematode (*Meloidogyne*) management in vegetable crop production: The challenge of an agronomic system analysis. **Crop Protection**, v.30, p.1251-1262, 2011.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra de grãos, oitavo levantamento, maio/2014. Brasília: Conab., 2014.** 92p. Disponível em:

<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_05_08_10_11_00_boletim_graos_mai_2014.pdf> Acesso em 9 de julho de 2014.

COSTA, M.J.N. Nematoides: consorciação e rotação de culturas. In: PATERNIANI, M.E.A. G.; DUARTE, A.P.; TSUNECHIRO, A. **Diversidade e inovações na cadeia produtiva de milho e sorgo na era dos transgênicos.** Campinas: Instituto Agrônomo, Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2012, p. 367-378.

COSTA, M.J.N.; PASQUALLI, R.M.; PREVEDELLO, R. Efeito do teor de matéria orgânica do solo, cultura de cobertura e sistema de plantio no controle de *Pratylenchus brachyurus* em soja. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.40, n.1, p.63-70, 2014.

DALLA CORTE, G.D.; PINTO, F.F.; STEFANELLO, M.T.; GULART, G.; RAMOS, J.O.; BALARDIN, R.S. Tecnologia de aplicação de agrotóxicos no controle de fitonematoides em soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.44, n.9, p.1534-1540, 2014.

DEBIASI, H.; MORAES, M.T.; FRANCHINI, J.C.; DIAS, W.P.; SILVA, J.F.V.; RIBAS, L.N. Monitoramento da fertilidade do solo e da ocorrência do nematoide das lesões radiculares em soja no Mato Grosso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 33, 2011, Uberlândia. **Anais...**Uberlândia: SBCS, 2011, 4p.

DIAS, W.P., ORSINI, I.P., RIBEIRO, N.R., PARPINELLI, N.M.B.; FREIRE, L.L. Efeito do cultivo de espécies vegetais sobre a população de *Pratylenchus brachyurus* na soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 6, 2012, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: Embrapa, 2012, 4p

DIAS, W.P.; ASMUS, G.L.; SILVA, J.F.V.; GARCIA, A.; CARNEIRO, G.E.S. Nematoides. IN: ALMEIDA, A.M.R.; SEIXAS, C.D.S. **SOJA: doenças radiculares e de hastes e inter-relações com o manejo do solo e da cultura.** Embrapa Soja: Londrina, p.173-206. 2010a

DIAS, W.P.; GARCIA, A.; SILVA, J.F.V. Nematoides associados à cultura da soja no Brasil e suas implicações na produção. In: CONGRESSO DE TECNOLOGIA E COMPETITIVIDADE DA SOJA NO MERCADO GLOBAL, 1. **Anais...** Cuiabá, MT, p.2003-211, 2000.

DIAS, W.P.; GARCIA, A.; SILVA, J.F.V.; CARNEIRO, G.E.S. Nematoides em soja: identificação e controle. **Circular Técnica** 76. Londrina: Embrapa Soja. 2010b.

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

DIAS-ARIEIRA, C.R.; MATTOS, R.M.; SASSAKI, T.C.; 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**, Piracicaba, v.34, n.3, p.143-149, 2010.

DINARDO-MIRANDA, L.L.; FRACASSO, J.V. Efeito da torta de mamona sobre populações de nematoides fitoparasitos e a produtividade da cana-de-açúcar. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.34, n.1, p. 68-71, 2010.

DUNCAN, L.W.; MOENS, M. Migratory endoparasitic nematodes. In: Perry, R.N.; Moens, M (Ed.). **Plant Nematology**. Wallingford: CABI. p. 123-152. 2006.

DUTRA, M.R., PAIVA, B.R.T.L.; MENDONÇA, P.L.P.; GONZAGA, A.; CAMPOS, V.P.; CASTRO-NETO, P.; FRAGA, A.C. Utilização de silicato de cálcio e torta de mamona no controle do nematoide *Meloidogyne exigua* em cafeeiro irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2, 2006, Aracaju. **Anais...**, Aracajú SE: Embrapa Algodão. CD-Rom.

EBERLEIN, C.V.; MORRA, M.J.; GUTTIERI, M.J. BROWN, P.D.; BROWN, J. Glucosinolate production by five field-crown *Brassica napus* cultivars used as green manures. **Weed Technology**, Washington, v.12, p. 712 – 718, 1998.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistemas de produção n.10:** Tecnologias de produção de soja: Paraná – 2007. Londrina: Embrapa Soja. 2006. 217p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistemas de produção n.14:** Tecnologias de produção de soja: Região Central do Brasil – 2011. Londrina: Embrapa Soja. 2010. 255p.

ENDRES, G.; SCHATZ, B. Produção de Crambe. **Revista A-1010**, North Dakota State. Novembro 1993.

FALEIRO, V.O; FARIAS NETO, A.L; BORGES, D.C.; SILVA, J.F.V.; DIAS, W.P.; RAMOS JUNIOR, E.U.; SILVA NETO, S.P. Reação de cultivares de soja a *Pratylenchus brachyurus*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 6, 2012, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: Embrapa, 2012, 4p.

FERRAZ, L.C.C.B. Gênero *Pratylenchus* – os nematoides das lesões radiculares. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v. 7, p. 157-195, 1999.

FERRAZ, L.C.C.B. O nematoide *Pratylenchus brachyurus* e a soja sob plantio direto. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, n. 96, p.23-27, 2006. Disponível em: http://www.plantiodireto.com.br/?body=cont_int&id=745. Acesso em 15 de agosto de 2013.

FERRAZ, L.C.C.B. Reações de cultivares de soja a *Pratylenchus brachyurus*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.20, n.1, p.22-31, 1996

FERREIRA, A.G.; ÁQUILA, M.E. A Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, 12ª edição especial, 2000.

FRANCHINI, J.C.; COSTA, J.M.; DEBIASI, H. Rotação de culturas: Prática que confere maior sustentabilidade à produção agrícola no Paraná. **Informações Agrônomicas**, v.134, p. 1–13, 2011.

FRANZENER, G.; UNFRIED, J.R.; STANGARLIN, J.R.; FURLANETTO, C. Nematoides formadores de galhas de cisto patogênicos à cultura da soja em municípios do Oeste do Paraná. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.29, n.2, p.261-265, 2005.

GLASER, L.K. **Crambe: An economic assessment of faseability of providing multiple-peril crop insurance**. Economic research service of the risk management agency. Federal Crop Insurance Corporation. 1996, 39p. Disponível em: <<http://www.rma.usda.gov/pilots/feasible/pdf/crambe.pdf>>. Acesso em 21 de out de 2014.

GONÇALVES JÚNIOR, D.B.; ROLDI, M.; NAMUR, F.M.; MACHADO, A.C.Z. Tratamento de sementes de feijoeiro no controle de *Pratylenchus brachyurus*, *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.37, n.3-4, p.53-56, 2013.

GOULART, A.M.C. **Aspectos gerais sobre nematoides das lesões radiculares (*P. brachyurus*)**. Planaltina: Embrapa. 2008. 30p.

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

HERMAN, M.; HUSSEY, R.S.; BOERMA, H.R. Penetration and development of *Meloidogyne incognita* on roots of resistant soybean genotypes. **Journal of Nematology**, v.23, n.2, p155-161, 1991.

HUNT, D.J.; LUC, M.; MANZANILLA-LÓPEZ, R.H. Identification, morphology and biology of plant parasitic nematodes. In: LUC M; SIKORA RA; BRIDGE J. (Eds.). **Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture**. Wallingford: CAB International, p.11-52, 2005.

INOMOTO, M.M. Avaliação da resistência de 12 híbridos de milho a *Pratylenchus brachyurus*. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v.36, p.308-312, 2011a.

INOMOTO, M.M. Host status of graminaceous cover crops for *Pratylenchus brachyurus*. **Plant Disease**, v.94, n.8, p.1022-1025, 2010.

INOMOTO, M.M.; ANTEDOMÊNICO, S.R.; SANTOS, V.P.; SILVA, R.A.; ALMEIDA, G.C. Avaliação em casa de vegetação do uso de sorgo, milheto e crotalária no manejo de *Meloidogyne javanica*. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v.33, n.2, p.125-129, 2008.

- INOMOTO, M.M.; ASMUS, G.L. Manejo de nematoides em sistemas consorciados, In: Seminário Nacional Milho Safrinha, 12, 2013, Dourados. **Anais...** Dourados: Embrapa, 2013, 8p
- INOMOTO, M.M.; MOTA, L.C.C.; MACHADO, A.C.Z.; SAZAKI, C.S.S. Reação *Brachiaria sp.* e *Panicum maximum* a *Pratylenchus brachyurus*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.30, n.2, p.341-344, 2007.
- INOMOTO, M.M.; MOTTA, L.C.C.; MACHADO, A.C.Z.; SAZAKI, C.S.S. Reação de dez coberturas vegetais a *Pratylenchus brachyurus*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.30, n.2, p.151-157, 2006.
- INOMOTO, M.M.; SIQUEIRA, K.M.S.; MACHADO, A.C.Z. Sucessão de cultura sob pivô central para controle de fitonematoides: variação populacional, patogenicidade e estimativa de perdas. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v.36, p.178-185, 2011b.
- KAPLAN, M.; NOE, J.P.; HARTEL, P.G. The role of microbes associated with chicken litter in suppression of *Meloidogyne arenaria*. **Journal of Nematology**, v.24, n.4, p.522-527, 1992.
- KNIGHTS, S.E. **Crambe, a North Dakota case study**. North Dakota: RIRDC, 2002. 25p.
- KOK, C.J. COENEN, G.C.J. Host suitability of alternative oilseed and fiber crops to *Pratylenchus penetrans*. **Fundam. appl. Nematol.**, v.19, n.2, p.205-206, 1996.
- LAGHETTI, G.; PIERGIOVANNI, A.R.; PERRINO, P. Yield and oil quality in selected lines of *Crambe abyssinica* grown in Italy, **Industrial Crops and Products**, v.4, n.3, p.203-212, 1995.
- LIMA, F.S.O.; DOURADO, D.P.; LIMA, M.P.M.; SILVA FILHO, J.E.M. LAZARI, T.M.; MURAIISH, C.T. *Pratylenchus brachyurus* em sistemas de cultivo de soja no Tocantins e seu comportamento em culturas de safrinhas. In: CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 7, 2012. Palmas. **Anais...** Palmas: Instituto Federal do Tocantins, 2012. 7p. Disponível em: <http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/view/5627/1806>. Acesso em 23 de julho de 2014.
- LOPES, E.A., FERRAZ, S.; DHINGRA, O.D.; FERREIRA, P.A.; FREITAS, L.G. Soil amendment with castor bean oilcake and jack bean seed powder to control *Meloidogyne javanica* on tomato roots. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.33, p.106-109, 2009.
- LOPES, E.A.; FERRAZ, S.; FREITAS, L.G.; FERREIRA, P.A. Controle de *Meloidogyne javanica* com diferentes quantidades de torta de nim (*Azadirachta indica*). **Revista Trópica**, Chapadinha, v.2, n.1, p. 17-21, 2008.
- MACHADO, A.C.Z.; BELUTI, D.B.; SILVA, R.A.; SERRANO, M.A.S.; INOMOTO, M.M. Avaliação de danos causados por *Pratylenchus brachyurus* em algodoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.31, n.1, p.11-16, 2006.

MACHADO, M.F.; BRASIL, A.N.; OLIVEIRA, L.S.; NUNES, D.L. **Estudo do crambe (*Crambe abyssinica*) como fonte de óleo para produção de biodiesel.** Itaúna/MG – UFMG, 2008.

McSORLEY, R.; GALLAHER, R.N. Cultural practices improve crop tolerance to nematodes. **Nematropica**, Auburn, v.25, p.53-60, 1995.

MENDES, F.L.; ARAÚJO, K.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J.C.; DIAS, W.P.; RAMOS JUNIOR, E.U.; SILVA, J.F.V. Alternativas culturais para o manejo do nematoide das lesões radiculares durante a entressafra da soja no Mato Grosso. In: JORNADA ACADÊMICA DA EMBRAPA SOJA, 8., 2013, Londrina. **Resumos expandidos...** Londrina: Embrapa Soja, 2013. p. 97-103.

MOERS, E.M.; KUHN, O.J.; GONÇALVES JR., A.C.; FRANZENER, G., STANGARLIN, J.R. Levantamento de doenças na cultura do crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) na região oeste do Paraná. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v.11, n.1, p 35-48, 2012.

MOHAN, K. Comparison of inorganic and organic nematicides on the population of soil nematodes in hybrids of *Saccharum* species. **Journal of Biopesticides**, v.4, n.2, p.201-204, 2011.

MOHLER, C.L. Physical and biological process in crop rotation. In.: MOHLER, C.L.; JOHNSON, S.E. **Crop rotation on organic farms: a planning manual.** New York: NRAES. 2009. p.21-44.

NEVES, W.S.; FREITAS, L.G.; COUTINHO, M.M.; PARREIRA, D.F.; FERRAZ, S.; COSTA, M.D.Z Biofumigação do solo com espécies de brássicas para o controle de *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.31, n.3, p.185-201, 2007,

NEVES, W.S; FREITAS, L.G.; COUTINHO, M.M.; GIARETTA-DALLEMOLE, R.; FABRY, C.F.S.; DHINGRA, O.D.; FERRAZ, S. Atividade nematicida de extratos botânicos de pimenta malagueta (*Capsicum frutescens*), mostarda (*Brassica campestris*) e alho (*Allium sativum*) sobre o nematoide das galhas, *Meloidogyne javanica*, em casa de vegetação. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.35, n.4, p.255-261, 2009.

NIKUMA, H.; DIAS, I.; PAES, V.S.; SILVA, A.; VENDRAMINI, A.; SOARES, P.L.M. Avaliação da resistência de genótipos de milho e sorgo ao nematoide das lesões, *Pratylenchus brachyurus*. **Ciência e Tecnologia**: Fatec-JB: Jaboticabal, v.4, 2012. Suplemento. 5p.

OKA, Y. Mechanisms of nematode suppression by organics oil amendments-A review. **Applied Soil Ecology**. v.44, p.101–115, 2010.

OLIVEIRA, F.S.; ROCHA, M.R.; REIS, A.J.S.; MACHADO, V.O.F.; SOARES, R.A.B. Efeito de produtos químicos e naturais sobre a população de nematoide *Pratylenchus brachyurus* na cultura da cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.35, n.3, p.171-178, 2005.

OPLINGER, E.S.; OELKE, E.A.; KAMINSKI, A.R.; PUTMAN, D.H.; TEYNOR, T.M.; DOLL, J.D.; KELLING, K.A.; DURGAN, B.R.; NOETZEL, D.M. **Crambe, alternative field crops manual**. University of Wisconsin and University of Minnesota. St. Paul, 1991.

PITOL, C. Cultura do crambe. In: **Tecnologia de produção: Milho safrinha e culturas de inverno**. Maracaju: Fundação MS, 2008. p.85-88.

PITOL, C.; BROCH, D.L.; ROSCOE, R. **Tecnologia e Produção: Crambe**. Maracaju, Editora: Fundação MS, 2010. 60p.

RACK, V.M.; VIGOLO, F.; SILVA, R.A.; GOMES FILHO, G.A.; SANTOS, P.S. Reação de cultivares de arroz de terras altas a dois isolados de *Pratylenchus brachyurus*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.37, n.3-4, p.37-41, 2013.

REIS, E.M.; CASA, R.T.; BIANCHIN, V. Controle de doenças de plantas pela rotação de culturas. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.37, n.3, p.85-91, 2011.

REIS, E.M.; CASA, R.T.; HOFFMANN, L.L. Controle cultural de doenças radiculares. IN: MICHEREFF, S.J.; ANDRADE D.E.G.T., MENEZES, M. (Ed) **Ecologia e manejo de patógenos radiculares em solos tropicais**. UFRPE: Recife, p. 279 – 301, 2005.

RIBEIRO, L.M.; CAMPOS, H.D.; DIAS-ARIEIRA, C.R.; NEVES, D.L.; RIBEIRO, G.C. Effect of soybean seed treatment on the population dynamics of *Pratylenchus brachyurus* under water stress conditions. **Bioscience Journal**, v.30, n.3, p.616-622, 2014.

RIBEIRO, N.R.; CRAVEIRO, A.G.; SILVA, J.F.V., FRANCISCO, A.; GOMES, J.; MEIRELLES, W.F. Avaliação de genótipos de milho (*Zea mays*) aos nematoides *Meloidogyne javanica* e *M. incognita* raça 3. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24, 2002, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ABMS, 2002, 5p.

RIBEIRO, N.R.; DIAS, W.P.; SANTOS, J.M. Distribuição de fitonematoides em regiões produtora de soja do Estado de Mato Grosso. In: HINOMOTO, D.M.; CAJU, J.; CAMACHO, S.A. (ed). **Boletim de Pesquisa de Soja 2010**. Fundação MT, Rondonópolis (MT), p. 289-296.

RIZZARDI, M.A.; NEVES, R.; LAMB, T.D.; JOHANN, L.B. Potencial alelopático da cultura da canola (*Brassica napus* L. var. oleífera) na supressão de picão-preto (*Bidens* sp.) e soja. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.14, n.2, p.239-248, 2008.

ROBERTS, P.A. Concepts and Consequences of Resistance In: STARR, J.L.; COOK, R.; BRIDGE, J. (ed). **Plant resistance to parasitic nematodes**. Wallingford: CABI, 2002. p. 23-43, 2002.

RODRIGUES, D.B., DIAS-ARIEIRA, C.R.; VEDOVETO, M.V.V.; ROLDI, M.; MOLIN, H F.D.; ABE, V.H.F. Sucessão de culturas no manejo de *Pratylenchus brachyurus* em soja. **Nematropica**, Auburn, v.43, p.79-93, 2014.

RODRÍGUEZ-KÁBANA, R. Organic and inorganic nitrogen amendments to soil as nematode suppressants. **Journal of Nematology**, v.18, n.2, p.192-135, 1986.

- RODRIGUEZ-KÁBANA, R.; CANULLO, G.H. Cropping systems for the management of phytonematodes. **Phytoparasitica**, v.20, n.3, p. 211-224, 1992
- ROLDI, M., DIAS-ARIEIRA, C.R.; SEVERINO, J.J.; SANTANA, S.M.; DADAZIO, T.S.; MARINI, P.M.; MATTEI, D. Use of organic amendment to control *Meloidogyne incognita* on tomatoes. **Nematropica**, Auburn, v.43, p.49-55, 2013a.
- ROSA, J.M.O.; OLIVEIRA, S.A.; JORDÃO, A.L.; SIVIERO, A.; OLIVEIRA, C.M.G. Nematoides fitoparasitas associados à mandioca na Amazônia brasileira. **Acta Amazonica**, Manaus, v.44, n.2, p.271 – 275, 2014.
- ROSCOE, R.; BODDEY, R.M.; SALTON, J.C. Sistemas de manejo e matéria orgânica do solo. In: ROSCOE, R.; MERCANTE, F.M.; SALTON, J.C. **Dinâmica da matéria orgânica do solo em sistemas conservacionistas**. Dourados: Embrapa. 2006. p.17-42.
- ROSCOE, R.; DELMONTES, A.M.A. **Crambe é nova opção para biodiesel**. In: AGRIANUAL, 2009. São Paulo, Instituto FNP, 2008. p.40-41.
- SEVERINO, J.J.; DIAS-ARIEIRA, C.R.; TESSMANN, D.J. Nematodes associated with sugarcane (*Saccharum* spp.) in sandy soils in Parana, Brazil. **Nematropica**, Auburn, v.40, n.1, p.111-119, 2010.
- SEVERINO, J.J.; DIAS-ARIEIRA, C.R.; TESSMANN, D.J.; SOUTO, E.R.; VIDA, J.B.; BRASIL, D.B.; COSTA, H. Nematoides associados a cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) na região noroeste do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 40, 2007, Maringá, PR. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.32S, p. 322-322, 2007.
- SIKORA, R.A.; GRECO, N.; SILVA, J.F.V. Nematode Parasites of Food Legumes. In: LUC M; SIKORA RA; BRIDGE J. (Eds.). **Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture**. Wallingford: CAB International, p. 259 - 318, 2005.
- SILVA, P.R.C. **Cultivo do crambe**. Rede de Tecnologia da Bahia – RETEK –BA, junho 2007.
- SILVA, R.A.; SERRANO, M.A.; GOMES, A.C.; BORGES, D.C.; ASMUS; G.L.; INOMOTO, M.M. Ocorrência de *Pratylenchus brachyurus* e *Meloidogyne incognita* na cultura do algodoeiro no estado do Mato Grosso. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.29, n.3, p.337, 2004.
- SILVA, T.R.B.; LAVAGNOLLI, R. F.; NOLLA, A. Fertilizer with zinc and phosphorus in crambe plants. **International Journal of Food, Agriculture and Environment** , Finlândia, v.9, p.264-267, 2011.
- SILVA, T.R.B.; REIS, A.C.S.; NOLLA, A.; DIAS-ARIEIRA, C.R.; TAVARES-SILVA, C.A.; GOUVEIA, B.T.; MASCARELLO, A.C.; CARRARO, T.V.; ARIEIRA, J.O. Nitrogen top dressing application and growing season of crambe cultivated on two crop year. **International Journal of Food, Agriculture and Environment**, Finlândia, v.11, n.3 e 4, p.1463-1466, 2013.

- SILVA, V.L.; DIECKOW, J.M.; MOLIN, R.; FAVARETTO, N.; PAULETTI, V.; VEZZANI, F.M. Melhoria da estrutura de um Latossolo por sistemas de culturas em plantio direto nos Campos Gerais do Paraná. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.36, n.3, p.983-992, 2012.
- SIMÃO, G.; HOMECHIN, M.; SANTIAGO, D.C.; SILVA, R.T.V.; RIBEIRO, E.R. Comportamento de duas cultivares de feijoeiro em relação à *Meloidogyne javanica*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.2, 2005.
- SOUZA, A.D.V.; FÁVARO, S.P.; ÍTAVO, L.C.V.; ROSCOE, R. Caracterização química de sementes e tortas de pinhão-manso, nabo-forrageiro e crambe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.10, p.1328-1335, 2009.
- SOUZA, R.A.; RIBEIRO, R.C.F.; ROCHA, L.S.; XAVIER, A.A.; SOARES-MARTINS, I.P.; SILVA, F.J. Reação de crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) à *Meloidogyne javanica*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 44, 2011. Bento Gonçalves. **Tropical Plant Pathology**, Brasília: Sociedade Brasileira de Fitopatologia, 2011. v.36, p.741, supl.
- STIRLING, G.R. **Biological control of plant parasitic nematodes: progress, problems and prospects**. CAB International, Wallingford, 282p. 1991.
- STIRLING, G.R.; STIRLING, A.M. The potential of *Brassica* green manure crops for controlling root-knot nematode (*Meloidogyne javanica*) on horticultural crops in subtropical environment. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.43, p.623-630, 2003.
- TIHOHOD, D. **Nematologia agrícola aplicada**. 2. ed. Jaboticabal: Funep, 2000.
- TIYAGIA, S.A.; MAHMOODA, I.; KHANA, Z.; AHMAD, H. Biological control of soil-pathogenic nematodes infecting mungbean using *Pseudomonas fluorescens*. **Archives of Phytopathology and Plant Protection**, v.44, n.18, p. 1770-1778, 2011.
- UMAR, I.; SIMON, S.Y. The effect of oil seed cakes and ploughing against plant parasitic nematodes on cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). **Agricultural Journal**, v.3, n.5, p.349-352, 2008.
- VEDOVETO, M.V.V.; DIAS-ARIEIRA, C.R.; RODRIGUES, D.B, ARIEIRA, J.O.; ROLDI, M., SEVERINO, J.J. Adubos verdes no manejo de *Pratylenchus brachyurus* em soja. **Nematropica**, Auburn, v.43, n.2, p.226-232, 2013.
- VIANNI, R.; BRAZ-FILHO, R. Ácidos graxos naturais: importância e ocorrência em alimentos. **Química Nova**, São Paulo, v.19, n.4, p.400-407, 1996.
- VITTI, A.J. **Tratamentos de semente de soja (*Glycine max* (L.) Merr.) com abamectina, tiabendazol e acibenzolar-S-metil no manejo de nematoides**. 2009. 120f. Tese (Doutorado em Agronomia: Produção Vegetal) – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiânia, Goiânia, 2009.
- YORINORI, J.T. Riscos de surgimento de novas doenças na cultura da soja. In: CONGRESSO DE TECNOLOGIA E COMPETIVIDADE DA SOJA NO MERCADO GLOBAL, 1., 2000, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: Fundação MT, 2000. p. 165-169.

ZENI, F.; DADAZIO, T.S.; AMARO, P.M.; SILVA, S.A.; MACHADO, A.C.Z. Reação de cultivares de feijão a *Meloidogyne javanica*. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 11, 2014, Londrina. **Anais...** Londrina: Iapar, 2014. 4 p.

CAPÍTULO 1

Suscetibilidade do crambe ao *Meloidogyne javanica* e influência do parasitismo nos parâmetros vegetativos e teor de óleo

Suscetibilidade do crambe ao *Meloidogyne javanica* e influência do parasitismo nos parâmetros vegetativos e teor de óleo

RESUMO

Crambe é uma planta oleaginosa com possibilidade de cultivo durante o inverno, e seu óleo destinado à produção de biodiesel. Porém torna-se importante avaliar a influência de nematoides no desenvolvimento vegetativo, produtividade e produção de óleo da cultura. Assim, objetivou-se avaliar a suscetibilidade do crambe ao *Meloidogyne javanica* e a interferência do parasitismo do mesmo no teor de óleo dos grãos. Dois experimentos foram conduzidos em casas de vegetação, na Universidade Estadual de Maringá, Campus Regional de Umuarama, sendo o primeiro entre os meses de janeiro e março/2012 e o outro entre maio e julho/2012, em delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e quatro repetições, sendo quatro para avaliação da multiplicação dos nematoides e quatro para obtenção de grãos. Sementes de crambe (cv. MS Brilhante) foram semeadas em bandejas e as plântulas transplantadas 15 dias após a emergência para vasos com capacidade para 2 L, mantendo-se duas plântulas por vaso, em solo previamente autoclavado. Dois dias após o transplante, inoculou-se o crambe com as suspensões de *M. javanica*, sendo as populações iniciais (Pi) no experimento 1 de 0, 1300, 2600 e 5200 ovos e eventuais juvenis de segundo estágio (J2) e no experimento 2 de 0, 1000, 2000 e 4000 ovos e eventuais J2. Tomateiro cv. Santa Clara foi inoculado com 5200 e 4000 ovos, nos respectivos experimentos, a fim de comprovar a viabilidade do inóculo. Aos 60 dias, quatro plantas escolhidas aleatoriamente, foram retiradas para avaliações dos parâmetros vegetativos e nematológicos e determinado o fator de reprodução para avaliação de suscetibilidade do crambe. Ao final do ciclo da cultura, as plantas remanescentes foram avaliadas quanto à produtividade e teor de óleo. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias à análise de regressão, para os dados referentes aos níveis de inóculo utilizados no crambe, parâmetros vegetativos, produtividade e teor de óleo nas sementes. E pelo teste de Tukey para os dados referentes à viabilidade do inóculo. O crambe apresentou suscetibilidade à *M. javanica*, com elevada reprodução do nematoide. Os parâmetros vegetativos não foram influenciados pelo parasitismo, ao contrário da produtividade e massa de grãos, que sofreram redução em função das populações do nematoide das galhas. O teor de óleo nas sementes das plantas não apresentou variação.

Palavras-chave: Brássica, nematoide das galhas, *Crambe abyssinica*, reprodução.

Susceptibility of crambe to *Meloidogyne javanica* and influence of parasitism on vegetative parameters and oil content

ABSTRACT

Crambe is an oilseed plant that can be cultivated in wintertime, and its oil is used in biodiesel production. However, it is important to assess the influence of nematodes on the vegetative development, yield and oil content of the crop. Thus, the present study aimed to assess the susceptibility of crambe to *Meloidogyne javanica* and the interference of this parasite with crambe oil content. Two experiments were conducted in greenhouse, at Universidade Estadual de Maringá, Campus Regional de Umuarama. The first experiment was performed between January and March 2012 and the second between May and July 2012, in entirely randomized design, with four treatments and four replications: four treatments for assessment of nematode proliferation and four treatments for obtaining the grains. Crambe seeds (cv. MS Brilhante) were sown in trays and the seedlings transplanted 15 days after emergence to 2 liter pots, with two seedlings per pot, in previously autoclaved soil. Two days after transplantation, the crambe was inoculated with *M. javanica* suspensions. The initial populations (Pi) in experiment 1 were 0, 1300, 2600 and 5200 eggs and possible second-stage juveniles (J2) and in experiment 2 were 0, 1000, 2000 and 4000 eggs and possible J2. Tomato plant cv. Santa Clara was inoculated with 5200 and 4000 eggs, in their respective experiments, to demonstrate the viability of the inoculum. Sixty (60) days after inoculation, four randomly selected plants were removed for assessment of vegetative and nematological parameters, and the reproductive factor was determined for evaluation of crambe susceptibility. At the end of the crop cycle, the remaining plants were assessed for yield and oil content. Analyses were performed as follows: analysis of variance and regression analysis were used for data on the inoculum levels used in the crambe, vegetative parameters, yield and oil content in the seeds. Tukey test was used for data on the viability of the inoculum. The crambe showed susceptibility to *M. javanica*, with high reproductive rates of the nematode. The vegetative parameters were not affected by the parasite action, unlike yield and grain mass that were reduced in the presence of root-knot nematodes. The oil content in the plants was not changed.

Keywords: Brassica, root-knot nematode, *Crambe abyssinica*, reproduction.

1. INTRODUÇÃO

O crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) é uma oleaginosa de inverno, pertencente à família Brassicaceae (MACHADO et al., 2008). É originária do Mediterrâneo e vem despertando a atenção de agricultores por ter ciclo curto, que varia de 90 a 100 dias (OPLINGER et al., 1991), por se adaptar em solos quentes e frios e ser resistente a pragas e doenças (MACHADO et al., 2008). Trata-se de uma espécie de ciclo anual, porte ereto, com altura variando de 60 a 100 cm (OLIVEIRA NETO et al., 2011).

Tem sido cultivada em várias regiões de clima tropical e subtropical, com grande resistência à deficiência hídrica, principalmente na fase vegetativa, não tolerando períodos longos de chuvas ou de alta umidade. Outra vantagem é sua resistência a baixas temperaturas, porém, a cultura tem melhor desenvolvimento vegetativo em temperaturas que variam de 15 a 25°C, com tolerância a maiores temperaturas, exceto no florescimento (KNIGHTS, 2002). Entretanto, não tolera a acidez do solo, sendo exigente em solos bem corrigidos (PITOL, 2008).

Os grãos possuem alto teor de óleo, que serve como fonte de matéria prima para a produção de biodiesel. Estudos preliminares mostram que é uma cultura que pode oferecer matéria prima para diversos produtos derivados do petróleo, por possuir teor de óleo de aproximadamente 38% em massa, sem casca, e apresentar mais de 50% de ácido erúico (LAGHETTI, 1995). Segundo Erickson e Bassin (1990), o ácido erúico é um óleo de fácil biodegradação e apresenta alta tolerância a temperaturas elevadas, características que o credencia a servir como matéria prima para confecção de biodiesel. É também considerado impróprio para consumo humano (Erickson e Bassin, 1990), pois de acordo com Vianni e Braz-Filho (1996) alimentos que podem ser utilizados na indústria alimentícia, devem ter menos de 5% de ácido erúico, portanto, a semente do crambe não concorre com óleos destinados à indústria alimentícia.

Por ser resistente a períodos de seca e baixa temperatura, o crambe é uma alternativa para semeadura na safra de inverno, com posterior semeadura da soja. Entretanto, poucos são os estudos visando avaliar sua suscetibilidade ou até mesmo os possíveis efeitos nematicidas sobre *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood.

Os nematoides das galhas ocorrem na maioria das regiões produtoras de soja no Brasil e causam prejuízos que são cada vez maiores à medida que as áreas de cultivo vão se

expandindo (ANTÔNIO, 1992; DIAS et al., 2000). Contribui para isso a alta capacidade reprodutiva desses nematoides (CARNEIRO et al., 2007) que rapidamente eleva a população no campo.

Na busca por alternativas para o controle de áreas infestadas com nematoides, a utilização de plantas antagônicas em rotação ou sucessão de culturas tem se destacado entre as alternativas de controle recomendadas (FERRAZ et al., 2010). Essa prática pode manter as populações dos nematoides abaixo do limiar de dano econômico, sem oferecer riscos ao ambiente (CARNEIRO et al., 2007). As principais opções para serem usadas em sucessão à soja são as culturas de milho, aveia, trigo e, em menor escala, o girassol (EMBRAPA, 2004).

Apesar do potencial do crambe para cultivos de sucessão, sua suscetibilidade ao nematoide das galhas foi citada por Asmus e Andrade (2001) e Souza et al. (2011), entretanto, faltam informações a respeito da influência do parasitismo sobre a produção de óleo nas sementes. Frente ao exposto, o trabalho teve como objetivo avaliar a suscetibilidade do crambe à *M. javanica* e a influência do parasitismo do nematoide no teor de óleo nos grãos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos foram conduzidos em casas de vegetação, na Universidade Estadual de Maringá, Campus Regional de Umuarama – Umuarama (PR). O experimento 1 foi realizado entre os meses de janeiro e março/2012 e o experimento 2, de maio a julho/2012, em delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e quatro repetições, sendo quatro para avaliação da multiplicação dos nematoides e quatro para obtenção de grãos. As condições climáticas durante o período experimental estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Temperatura mínima e máxima (°C) durante os períodos experimentais, para o município de Umuarama, Umuarama, 2014.

Mês (2012)	Mínima (°C)	Máxima (°C)
Janeiro	20,8	31,3
Fevereiro	22,4	33,2
Março	20,4	31,2
Abril	18,7	28,5
Maiο	16,0	25,2
Junho	15,0	22,7
Julho	14,4	24,5

Fonte: Estação Meteorológica do Iapar-Umuarama, PR.

Inicialmente, sementes de crambe cv. MS Brilhante foram semeadas em bandejas de poliestireno, contendo o substrato Plantmax[®]. As plântulas foram transplantadas 15 dias após a emergência (DAE), para vasos com capacidade para 2 L, sendo mantidas duas plântulas por vaso. O substrato utilizado foi solo classificado como Latossolo Vermelho distrófico típico de textura arenosa (EMBRAPA, 2013), previamente autoclavado por duas horas à temperatura constante de 120°C.

Decorrido dois dias do transplante, inoculou-se o crambe com as suspensões de *M. javanica*, sendo as populações iniciais (Pi) no experimento 1 de 0, 1300, 2600 e 5200 ovos e eventuais juvenis de segundo estágio (J2) e no experimento 2 de 0, 1000, 2000 e 4000 ovos e eventuais J2. Tomateiro cv. Santa Clara foi inoculado com 5200 e 4000 ovos, nos respectivos experimentos, a fim de comprovar a viabilidade do inóculo. O inóculo foi obtido a partir de população pura mantida em tomateiro e a extração realizada a partir do sistema radicular conforme metodologia proposta por Hussey e Barker (1973), adaptada por Boneti e Ferraz (1981).

Após 60 dias de cultivo, quatro plantas escolhidas aleatoriamente foram retiradas para avaliações das variáveis: altura de planta e massa da parte aérea fresca e seca e massa de

raiz, sendo esta obtida por secagem em estufa de circulação forçada, a 65°C até massa constante. Quanto aos parâmetros nematológicos, determinou-se número de galhas e de ovos por sistema radicular, sendo este considerado a população final (Pf). Os ovos foram extraídos de acordo com a metodologia já descrita.

Para a avaliação de suscetibilidade do crambe aos nematoides foi calculado o fator de reprodução (FR), através da fórmula $FR = P_i/P_f$, conforme proposto por Oostenbrink (1966), em que as plantas são consideradas suscetíveis quando apresentam $FR \geq 1$, resistentes quando possuem $FR < 1$ e imunes $FR = 0$.

Ao final do ciclo da cultura, as plantas remanescentes foram avaliadas quanto ao número de sementes por planta, massa de sementes e teor de óleo. A extração do óleo das sementes foi realizada em laboratório utilizando o extrator do tipo Soxhlet e éter de petróleo como solvente, seguindo metodologia proposta por IAL (2008).

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias à análise de regressão, com o nível de significância de 5% de erro, para os dados referentes aos níveis de inóculo utilizados no crambe, parâmetros vegetativos, produtividade e teor de óleo nas sementes. Para os dados referentes à viabilidade do inóculo as médias foram avaliadas pelo teste de Tukey a 5% de erro.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No experimento 1, o crambe foi suscetível a *M. javanica*, independente do nível de inóculo, apresentando fatores de reprodução (FR) de 3,3, 2,6 e 1,5, quando inoculado com 1300, 2600 e 5000 ovos, respectivamente. No segundo experimento, os valores de FR foram iguais ou próximos a 1, com médias de 1,0, 0,7 e 0,8 para plantas inoculadas com 1000, 2000 e 4000 indivíduos, respectivamente. Em ambos os experimentos, a reprodução do nematoide no crambe foi significativamente inferior àquela obtida para o tomateiro, utilizado como testemunha do inóculo, cujos FRs foram de 14,9 e 53,8 nos experimentos 1 e 2, respectivamente.

A diferença entre a reprodução de *M. javanica* entre os dois experimentos pode ser explicada pelo período experimental. Segundo Falasca et al. (2010), as temperaturas ideais para o período vegetativo da cultura do crambe é entre 15 e 25°C, no entanto, durante a condução do experimento 1, observou-se temperaturas superiores a 33°C, possivelmente resultando em período de estresse fisiológico das plantas e tornando-as mais suscetíveis ao estabelecimento e reprodução do patógeno nas raízes. Já o segundo experimento, conduzido entre os meses de maio e junho, a temperatura máxima foi de 25°C, sendo mais indicado para a condução da cultura (KNIGHTS, 2002; PITOL et al., 2010; SILVA et al., 2013).

Os fatores climáticos também influenciam diretamente na atividade reprodutiva dos nematoides das galhas, pois estes geralmente apresentam alta atividade no solo e nas raízes em condições de temperaturas elevadas e, em sua maioria, possui faixa ideal de reprodução aos 25°C, entretanto, em condições abaixo de 10°C, espécies como *Meloidogyne incognita* (Kofoid e White) Chitwood e *M. javanica* não conseguem sobreviver (RITZINGER et al., 2010; CAMPOS et al., 2011). Campos et al. (2011) observaram que temperatura de 28°C proporcionou aumento na reprodução de *M. javanica* em plantas de soja, tanto em cultivares resistentes como em suscetíveis. Dessa forma, o período de maior reprodução do nematoide é o menos indicado para o desenvolvimento da cultura.

Avaliando os dados nematológicos dos experimentos, observou-se que o número de galhas e de ovos foi diretamente proporcional aos níveis populacionais de *M. javanica* (Figuras 1 e 2). No primeiro experimento, a relação entre o número de galhas e de ovos nas raízes de crambe e a população dos nematoides foi melhor ajustada pela equação quadrática (Figuras 1A e 2A). Notou-se que ambos os parâmetros apresentaram decréscimo quando a

população de nematoides foi superior a 3856 ovos, o que possivelmente ocorreu pela competição entre os nematoides pelo estabelecimento dos sítios de alimentação, associado ao estresse fisiológico da planta. Fabry et al. (2009) observaram que o aumento da população de nematoides em raízes de tomateiro reduziu o número de galhas nas mesmas. Segundo os autores, a explicação para esse fato seria a dificuldade de estabelecimento de sítios de alimentação nas raízes, devido à competição gerada pela penetração de um elevado número de J2. Os dados também corroboram com Schochow et al. (2004).

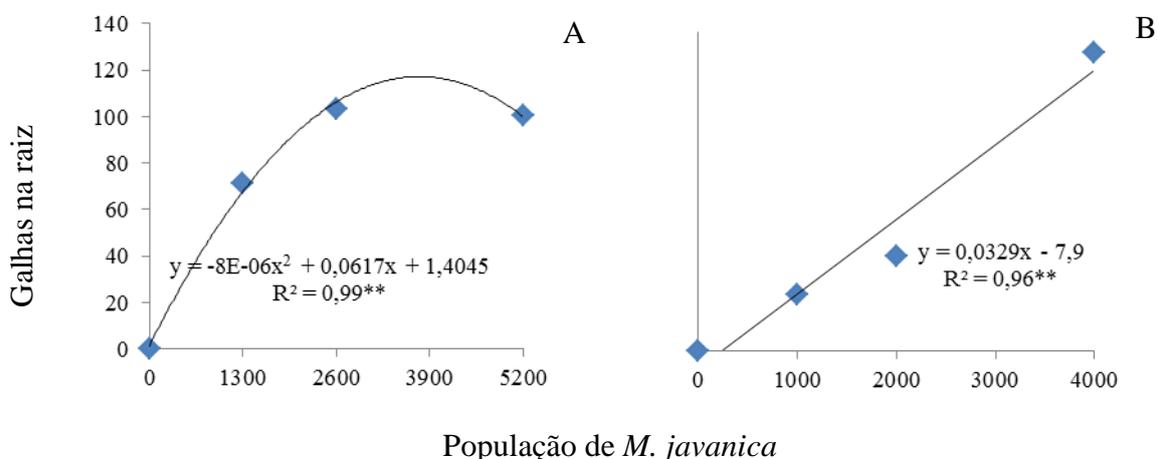
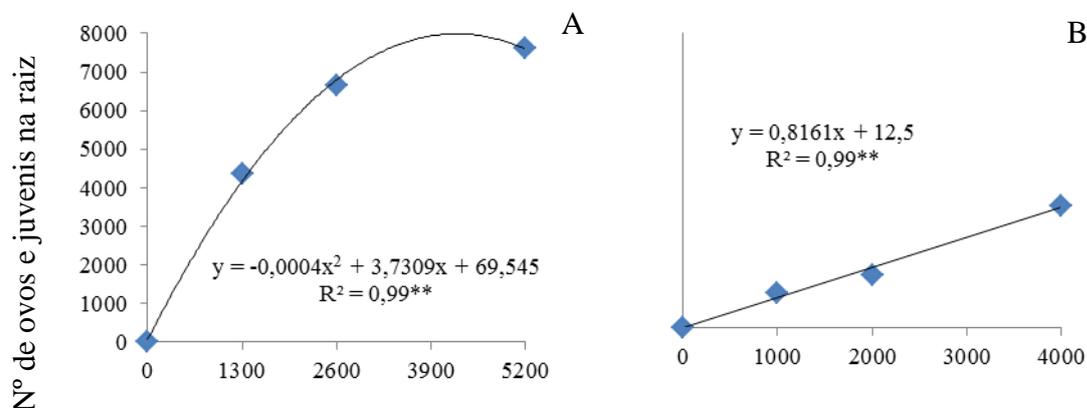


Figura 1. Número de galhas em raízes de crambe em função da população de *M. javanica*. A= Experimento 1 e B= Experimento 2. ** = regressão significativa a 1% de probabilidade. CV(%): A = 69,1 e B = 57,0.

No experimento 2 (Figuras 1B e 2B), os números de galhas e de ovos apresentaram aumento linear em relação à população inicial de *M. javanica*. Frente aos resultados apresentados, o crambe pode ser classificado como suscetível ao nematoide, corroborando com dados apresentados por Souza et al. (2011), que avaliando a reprodução de *M. javanica* no crambe, classificaram a cultura como suscetível, sendo que sua reprodução foi diretamente proporcional ao aumento no nível de inóculo.

Asmus e Andrade (2001) também relataram a suscetibilidade do crambe à *M. javanica*, entretanto, os autores observaram que mesmo havendo reprodução do nematoide na planta, a intensidade foi menor quando comparado com outras culturas, como a canola e a quinoa. Apesar da multiplicação de *M. javanica* no crambe, os índices de FR encontrados nos presentes experimentos ainda são inferiores aos de outras culturas comumente usadas em

sucessão de culturas, como o girassol, FR=29,15 (ROSA et al., 2013) e aveia-preta, FR=6,85 (ASMUS et al., 2005).



População de *M. javanica*

Figura 2. Número de ovos e juvenis em raízes de crambe em função da população de *M. javanica*. A= Experimento 1 e B= Experimento 2. ** = regressão significativa a 1% de probabilidade. CV(%): A = 65,7 e B = 113,0.

Desta forma, apesar de suscetível, os baixos valores de FR (1 – 0,7) apresentados no experimento 2, período com médias de temperaturas mais amenas, indicam que a cultura do crambe pode ser uma opção para compor sistemas de sucessão. Soma-se a isto o fato de que, por tratar-se de uma Brassicaceae, é possível que haja liberação de glucosinolatos pelas raízes ou no processo de decomposição dos resíduos da parte aérea, conforme já observado para outras espécies da mesma família (MOJTAHEDI et al., 1991; POTTER et al., 1999; MAZZOLA et al., 2001; McCULLY et al., 2008; RIZZARDI et al., 2008; REARDON et al., 2013). Contudo, são necessários estudos complementares para confirmar tal hipótese, uma vez que Mojtahedi et al. (1991) observaram que o efeito supressivo da colza (*Brassica napus* L.) sobre os nematoides só foi possível quando os resíduos vegetais foram incorporados ao solo.

O crambe é uma cultura comercialmente nova e, por esse motivo, carece de mais estudos e pesquisas, o que torna escassa a quantidade de trabalhos sobre essa espécie. No entanto, alguns autores têm investigado a suscetibilidade de outras brássicas a nematoides e os resultados corroboram com o experimento realizado, mostrando a suscetibilidade de colza e *Brassica campestris* L. (mostarda) à *Meloidogyne chitwoodi* Golden, O'Bannon, Santo e Finley raças 1 e 2 e *Meloidogyne hapla* Chitwood (MOJTAHEDI et al., 1991), de canola a

M. hapla e *M. incognita* (BERNARD, MONTGOMERY-DEE, 1993), de *Brassica oleracea* L. (couve) à *Meloidogyne enterolobii* Yang e Eisenback (= *M. mayaguensis*) (BRITO et al., 2007), de *Raphanus sativus* L. (nabo forrageiro) à *M. javanica* (ROSA et al., 2013) e de brássicas olerícolas à *M. javanica* e *M. incognita* (DIAS-ARIEIRA et al., 2012). Já em estudos realizados por Charchar et al. (2007) indicaram que a mostarda preta (*Brassica nigra* (L.) W. D. J. Koch in Röhl.) foi considerada má hospedeira para uma população mista de *M. incognita* e *M. javanica*.

Analisando os parâmetros vegetativos do crambe (Tabela 2), notou-se que o aumento populacional do nematoide não influenciou a altura das plantas, matéria fresca e a seca das plantas de crambe. De acordo com Oliveira-Neto (2011), as plantas de crambe atingem alturas entre 70 e 90 cm, porém observou-se que no experimento 1 as plantas apresentaram menor desenvolvimento vegetativo, apresentando altura média de 45cm. Esse resultado pode confirmar que o período de condução desse experimento não foi o ideal para a planta. Em experimento comparando épocas de desenvolvimento da cultura, Silva et al. (2013) observaram que em períodos de temperaturas mais elevadas, o crambe apresentou menor desenvolvimento, resultando em menor produção de grãos.

Tabela 2. Médias relativas à massa fresca da parte aérea (MFPa), massa seca da parte aérea (MSPa) e altura de plantas de crambe em função de diferentes concentrações de *M. javanica*.

Tratamento	1º Experimento			Tratamento	2º Experimento		
	Altura Cm	MFPa -----g-----	MSPa		Altura cm	MFPa -----g-----	MSPa
0	46,8	1,9	0,8	0	59,2	3,8	1,6
1300	46,7	1,9	0,6	1000	56,7	6,7	2,5
2600	42,5	1,2	0,5	2000	51,7	3,3	1,6
5200	44,3	1,5	0,6	4000	58,5	4,6	1,8
CV(%)	17,3	26,7	30,3	CV(%)	19,2	35,2	32,0
R.L.	ns	ns	ns	R.L.	ns	ns	ns
R.Q.	ns	ns	ns	R.Q.	ns	ns	ns

R.L.= regressão linear; R.Q.= regressão quadrática. ns = não significativo a 5% de probabilidade.

Quanto aos parâmetros reprodutivos (Figura 3A), observou-se, no experimento 1, que o aumento da população de *M. javanica* reduziu de forma proporcional a produção de sementes. O mesmo aconteceu no experimento 2 (Figura 3B), porém constatou-se que essa queda ocorreu com populações de até 1931 ovos e, em maiores níveis populacionais, a planta

restabeleceu a produção. Resultados semelhantes foram observados para o parâmetro massa de sementes por vaso (Figura 4).

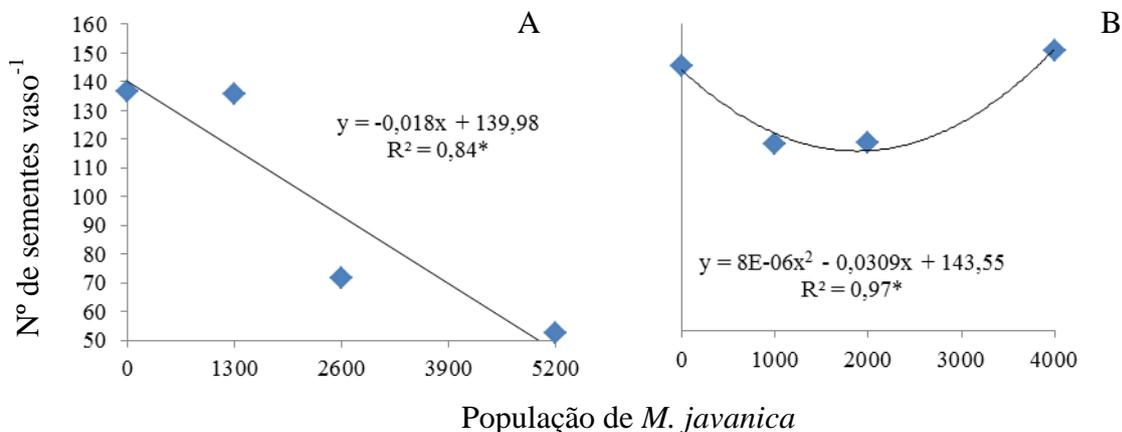


Figura 3. Número de sementes de crambe por vaso em função da população de *M. javanica*. A= Experimento 1 e B= Experimento 2. *= regressão significativa a 5% de probabilidade. CV(%): A = 25,7 e B = 19,4.

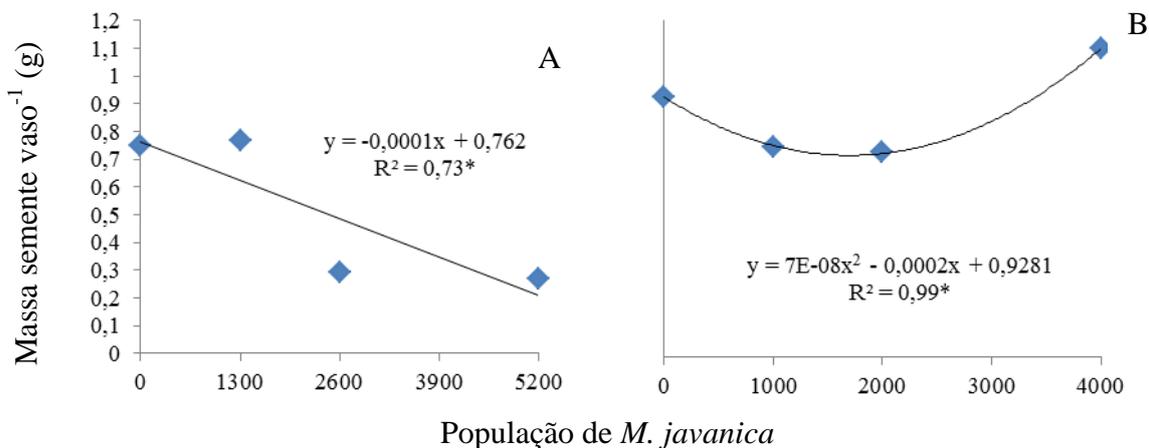


Figura 4. Massa de sementes (g) de crambe por vaso, em função da população de *M. javanica*. A= Experimento 1 e B= Experimento 2. *= regressão significativa a 5% de probabilidade. CV(%): A = 29 e B = 22,1.

Apesar do aumento no nível do inóculo do nematoide ter afetado os parâmetros número de sementes e massa de sementes, constatou-se diferença no ajuste da equação de regressão, sendo que no experimento 1 as reduções foram lineares e no experimento 2, houve redução até o nível de 1931 ovos planta⁻¹.

Além do aumento populacional do nematoide, a média da temperatura máxima registrada durante o período de condução do experimento foi de 31,8°C, muito acima dos

25°C recomendado por Falasca et al. (2010). Sendo assim, a queda na produção de sementes não pode ser associada apenas ao aumento populacional do nematoide, mas também às condições climáticas adversas à planta (SILVA et al., 2013).

Por outro lado, no experimento 2, conduzido entre os meses de maio e julho, as condições climáticas foram mais propícias ao desenvolvimento das plantas (KNIGHTS, 2002; PITOL et al., 2010; SILVA et al., 2013), assim, a queda na produção de sementes e, conseqüentemente, a massa de sementes pode ser associada diretamente ao aumento populacional de *M. javanica* até o nível de 1931 ovos por planta, em que a produção na planta apresentou recuperação.

Apesar da queda na produção de sementes, os níveis populacionais do nematoide não influenciaram o teor de óleo na semente (Tabela 3) de crambe, nos dois experimentos.

Tabela 3. Teor de óleo (%) nas sementes de crambe por vaso em função de diferentes concentrações de *M. javanica*.

Experimento 1		Experimento 2	
Tratamentos	Teor de óleo (%)	Tratamentos	Teor de óleo (%)
0	30,43	0	30,0
1300	30,20	1000	30,2
2600	30,57	2000	30,4
5200	30,70	4000	30,5
CV(%)	1,75	CV(%)	1,2
R.L.	ns	R.L.	ns
R.Q	ns	R.Q	ns

ns = não significativo a 5% de probabilidade.

O crambe, por ser uma espécie rústica, não apresentou alteração nos teores de óleo das sementes, mesmo em condições edafoclimáticas desfavoráveis, como as encontradas experimento 1. Silva et al. (2013) também observaram que o teor de óleo nas sementes de crambe não foi influenciado quando as plantas foram cultivadas em condições climáticas distintas. Dessa forma, pode-se inferir que, mesmo em condições de maiores níveis populacionais de *M. javanica* no solo, a produção de óleo nas sementes não será prejudicada.

Na época mais propícia ao desenvolvimento vegetativo do crambe, entre os meses de maio a julho de 2012, a reprodução de *M. javanica* foi menor, com fatores de reprodução entre 0,7 e 1, indicando que o cultivo de inverno pode ser uma prática recomendável, pois o

patógeno apresentará baixa reprodução, e a cultura não será prejudicada, podendo vir a ser uma alternativa rentável ao agricultor.

4. CONCLUSÃO

O crambe apresentou suscetibilidade à *Meloidogyne javanica*, com elevada reprodução do nematoide. Os parâmetros vegetativos não foram influenciados pelo parasitismo, ao contrário da produtividade e massa de grãos, que sofreram redução em função das populações do nematoide das galhas. O teor de óleo nas sementes das plantas não apresentou variação.

5. REFERÊNCIAS

- ANTÔNIO, H. Fitonematoides na cultura da soja. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, n. 16, p.60-65, 1992.
- ASMUS, G.L.; ANDRADE, P.J.M. Reprodução do nematoide das galhas (*Meloidogyne javanica*) em algumas plantas alternativas para uso em sucessão à cultura da soja. **Comunicado Técnico**, 37. Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, 2001.
- ASMUS, G.L.; INOMOTO, M.M.; SAZAKI, C.S.S.; FERRAZ, M.A. Reação de algumas culturas de cobertura utilizadas no sistema plantio-direto a *Meloidogyne incognita*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.29, n.1, p.47-52, 2005.
- BERNARD, E.C.; MONTGOMERY-DEE, M.E. Reproduction of plant-parasitic nematodes on winter rapeseed (*Brassica napus* ssp. oleífera). **Journal of Nematology**, Loudonville, v.25, n.4, Supplement, p.863-868, 1993.
- BONETI, J. I. S.; FERRAZ, S. Modificação do método de Hussey & Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* em raízes de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.6, n.3, p.553, 1981.
- BRITO, J.A.; STANLEY, J.D.; MENDES, M.L.; CETINTAS, R.; DICKSON, D.W. Host status of selected cultivated plants to *Meloidogyne mayaguensis* in Florida. **Nematropica**, Auburn, v.37, p.65-71, 2007.
- CAMPOS, H.D.; SILVA, J.R.C.; CAMPOS, V.P.; SILVA, L.H.C.P.; COSTA, L.S.A.S.; SILVA, W.J.R. Efeito da temperatura do solo na infectividade e reprodução de *Meloidogyne javanica* e *Heterodera glycines* em cultivares de soja. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.5, p. 900-907, 2011.
- CARNEIRO, R.G.; MORITZ, M.P.; MÔNACO, A.P.A.; NAKAMURA, K.C.; SCHERER, A. Reação de milho, sorgo e milheto a *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *M. paranaensis*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.31, n.2, p.9-13, 2007.
- CHARCHAR, J.M.; GONZAGA, V.; VIEIRA, J.V.; OLIVEIRA, V.R.; MOITA, A.W.; ARAGÃO, F.A.S. Efeito da rotação de culturas no controle de *Meloidogyne* spp. em cenoura na região norte do estado de Minas Gerais. **Nematologia brasileira**, Piracicaba, v.31, n.3, 2007.
- DIAS, W.P.; GARCIA, A.; SILVA, J.F.V. Nematoides associados à cultura da soja no Brasil e suas implicações na produção. In: CONGRESSO DE TECNOLOGIA E COMPETITIVIDADE DA SOJA NO MERCADO GLOBAL, 1, 2000, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: Fundação MT, p.203-211, 2000.
- DIAS-ARIEIRA; C.R.; CUNHA, T.P.L.; CHIAMOLERA, F.M.; PUERARI, H.H.; BIELA, F.; SANTANA, S.M. Reaction of vegetables and aromatic plants to *Meloidogyne javanica* and *M. incognita*. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v.30, p.322-326, 2012.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Embrapa Solos, 2013, 306p.

EMBRAPA. **Tecnologia de produção de soja, região central do Brasil 2004**: sistemas de produção. Embrapa Soja, 2004. Disponível em: 'http://www.cnpso.embrapa.br/producaosoja/rotacao.htm'. Acessado em: 15 agosto. 2011.

ERICKSON, D.B.; BASSIN, P. **Rapeseed and crambe: alternative crops with potential industrial uses**. Manhattan: USDA, 1990. 36p.

FABRY, C.F.S.; FREITAS, L.G.; LOPES, E.A.; FERRAZ, S. Eficiência de *Rhizobium etli* como agente de biocontrole de *Meloidogyne javanica* e *M. incognita*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.33, n.1, p.99-102, 2009.

FALASCA, S.L.; FLORES, N.; LAMAS, M.C.; CARBALLO, S.M.; ANSCHAU, A. *Crambe abyssinica*: An almost unknown crop with a promissory future to produce biodiesel in Argentina. **International Journal of Hydrogen Energy**, Tennessee, v.35, p.5808 – 5812, 2010.

FERRAZ, S.; FREITAS, L.G.; LOPES, E.A.; DIAS-ARIEIRA, C.R. **Manejo sustentável de fitonematoides**. Viçosa: UFV, 2010. 306 p.

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

IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Ministério da Saúde, 4, 1. edição digital. 1020. 2008.

KNIGHTS, S.E. **Crambe, a North Dakota case study**. North Dakota: RIRDC, 2002. 25p.

LAGHETTI G.; PIERGIOVANNI, A. R.; PERRINO, P. **Yield and oil quality in selected lines of Crambe abyssinica grow in Italy**, Industrial crops and products, Itália, 1995.

MACHADO, M.F.; BRASIL, A.N.; OLIVEIRA, L.S.; NUNES, D.L. **Estudo do crambe (*Crambe abyssinica*) como fonte de óleo para produção de biodiesel**. Itaúna/MG – UFMG, 2008.

MAZZOLA, M., GRANATSTEIN, D.M., ELFVING, D.C., MULLINIX, K, Suppression of specific apple root pathogens by *Brassica napus* seed meal amendment regardless of glucosinolate content. **Phytopathology**, Davis, v.91, p.673-679, 2001.

McCULLY, M.E.; MILLER, C.; SPRAGUE, S.J.; HUANG, C.X.; KIRKEGAARD, J.A. Distribution of glucosinolates and sulphur-rich cells in roots of field-grown canola (*Brassica napus*). **New Phytologist**, Lancaster, v.180, p.193–205, 2008.

MOJTAHEDI, H.; SANTO, G.S.; HANG, A.N.; WILSON, J.H. Suppression of root-knot nematode populations with selected rapeseed cultivars as green manure. **Journal of Nematology**, Loudonville, v. 23, n. 2, p.170-174, 1991.

OLIVEIRA NETO, A.M.O.; GUERRA, N.; MACIEL, C.D.G.; SILVA, T.R.B. LIMA, G.G.R. Seletividade de herbicidas aplicados em pré-emergência na cultura do crambe. **Revista Brasileira de Herbicida**, Maringá, v. 10, n. 1, p. 49 - 56, 2011.

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

OPLINGER, E.S.; KELLING, K.A.; KAMINSID, A.R.; DOLL, J.D.; OELKE, E.A.; PUTNAM, D.H.; DURGAN, B.R.; TEYNOR, T.M. Crambe: alternative field crops manual. **University of Wisconsin and University of Minnesota**. St. Paul, MN 55108. July, 1991. Disponível em: '<http://www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/crambe.html>'. Acesso em: 15 agosto. 2011.

PITOL, C. Cultura do crambe. In: **Tecnologia de produção: Milho safrinha e culturas de inverno**. Maracaju: Fundação MS, 2008. p.85-88.

PITOL, C.; BROCH, D.L.; ROSCOE, R. **Tecnologia e Produção: Crambe**. Maracaju, Editora: Fundação MS, 2010. 60p.

POTTER, M.J.; VANSTONE, V.A.; DAVIES, K.A.; KIRKEGAARD, J.A.; RATHJEN, A.J. Reduced susceptibility of *Brassica napus* to *Pratylenchus neglectus* in plants with elevated root levels of 2-Phenylethyl Glucosinolate. **Journal of Nematology**, Loudonville, v.31, n.3, p.291-298, 1999

REARDON, C.L.; STRAUSS, S.L.; MAZZOLA, M. Changes in available nitrogen and nematode abundance in response to Brassica seed meal amendment of orchard soil. **Soil Biology e Biochemistry**, v.57, p.22-29, 2013.

RITZINGER, C.H.S.P., FANCELLI, M. RITZINGER, R. Nematoides: bioindicadores de sustentabilidade e mudanças edafoclimáticas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 4, p. 1289-1296, 2010.

RIZZARDI, M.A.; NEVES, R.; LAMB, T.D.; JOHANN, L.B. Potencial alelopático da cultura da canola (*Brassica napus* L. var. oleífera) na supressão de picão-preto (*Bidens* sp.) e soja. **Revista Brasileira de Agricultura**, Pelotas, v.14, n.2, p.239-248, 2008.

ROSA, J.M.O.; WESTERICH, J.N.; WILCKEN, S.R.S. Reprodução de *Meloidogyne javanica* em olerícolas e em plantas utilizadas na adubação verde. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v.38, n.2, p.133-141, 2013.

SCHOCHOW, M.; TJOSVOLD, S.A.; PLOEG, A.T. Host status of *Lisanthus* 'mariach lime green' for three species of root-nematode. **HortScience**, v.39, n.1, p.120-123, 2004.

SILVA, T.R.B.; REIS, A.C.S.; NOLLA, A.; DIAS-ARIEIRA, C.R.; TAVARES-SILVA, C.A.; GOUVEIA, B.T.; MASCARELLO, A.C.; CARRARO, T.V.; ARIEIRA, J.O. Nitrogen top dressing application and growing season of crambe cultivated on two crop year. **International Journal of Food, Agriculture and Environment**, Finlândia, v.11, n.3 e 4, p.1463-1466, 2013.

SOUZA, R.A.; RIBEIRO, R.C.F.; ROCHA, L.S.; XAVIER, A.A.; SOARES-MARTINS, I.P.; SILVA, F.J. Reação de crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) à *Meloidogyne javanica*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 44, 2011. Bento Gonçalves. **Tropical Gonçalves**, RS.

VIANNI, R.; BRAZ-FILHO, R. Ácidos graxos naturais: importância e ocorrência em alimentos. **Química Nova**, São Paulo, v.19, n.4, p.400-407, 1996.

CAPÍTULO 2

Sucessão crambe - soja no manejo de *Pratylenchus brachyurus* e *Meloidogyne javanica*

Sucessão crambe - soja no manejo de *Pratylenchus brachyurus* e *Meloidogyne javanica*

RESUMO

A implantação do sistema de sucessão de culturas, possibilitando a inserção de espécies vegetais antagonistas ou não hospedeiras à patógenos da soja no período de entressafra, é uma alternativa sustentável em sistemas de cultivo. Neste contexto, recomenda-se cuidado na seleção de plantas de sucessão que não possibilitem a multiplicação de nematoides, especialmente, os parasitas da soja, *Pratylenchus brachyurus* e *Meloidogyne javanica*. Desta forma, o objetivo do trabalho foi avaliar o potencial de redução da população de *P. brachyurus* e *M. javanica* em condições de casa de vegetação, pelo cultivo de espécies utilizadas em sucessão com a soja, comparando-as com o crambe. Sementes de soja cv 5909RR Nidera foram semeadas em vasos com capacidade para 18 L. Após 15 dias foram realizadas as inoculações, em experimentos separados, com 1000 espécimes de *P. brachyurus* e 3000 ovos e eventuais juvenis de segundo estágio (J2) de *M. javanica*. Aos 60 dias da inoculação, a parte aérea das plantas de soja foi descartada e as culturas de sucessão (milho cv. IPR114, feijão cv. IPR Tangará, nabo forrageiro, aveia-preta cv. IAPAR 61 e crambe cv MS Brilhante) foram semeadas, sendo a densidade de semeadura de 20 sementes vaso⁻¹ para aveia-preta e 15 sementes vaso⁻¹ para crambe e nabo forrageiro, e de duas plantas vaso⁻¹ para milho e feijão. As plantas foram cultivadas por 90 dias, quando tiveram a parte aérea cortada, picada e mantidas na superfície do solo. A mesma cultivar de soja foi semeada, mantendo-se uma planta por vaso após desbaste e cultivada por mais 60 dias. No final desse período, as plantas foram retiradas dos vasos para determinação de parâmetros vegetativos e nematológicos na soja. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Duncan a 5% de erro. A introdução do crambe no sistema de sucessão de culturas foi eficiente no controle do *P. brachyurus*, e a reprodução do *M. javanica* foi menor para o crambe quando comparado com os demais sistemas de sucessão, entretanto o mesmo apresentou elevado fator de reprodução.

Palavras-chave: *Crambe abyssinica*, nematoide das lesões radiculares, nematoide das galhas.

Crambe – soybean succession in the management of *Pratylenchus brachyurus*
and *Meloidogyne javanica*

ABSTRACT

The implementation of the crop succession system, which allows the introduction of vegetable species that are antagonists of or non-hosts for soybean pathogens during the intercrop period is a viable alternative in crop systems. In this context, careful selection of succession plants is recommended to ensure they do not allow the proliferation of nematodes, especially the soybean parasites *Pratylenchus brachyurus* and *Meloidogyne javanica*. Thus, the purpose of this study was to assess the potential of reduction of the populations of *P. brachyurus* and *M. javanica* in greenhouse conditions by growing species in succession with soybean, comparing them to the crambe. Soybean seeds cv 5909RR Nidera were sown in 18 L pots. Fifteen (15) days later inoculations were performed in separate experiments, with 1000 specimens of *P. brachyurus* and 3000 eggs and possible second-stage juveniles (J2) of *M. javanica*. Sixty (60) days after inoculation, the aerial part of soybean plants was discarded, and the succession crops (with cv. IPR114, bean cv. IPR Tangará, oilseed radish, black oat cv. IAPAR 61 and crambe cv MS Brillhante) were sown, with 20 seeds per pot⁻¹ for black oat and 15 seeds per pot⁻¹ for crambe and oilseed radish, and two plants per pot⁻¹ for corn and bean. The plants were cultivated for 90 days, and then the aerial part was removed, milled and kept on soil surface. The same soybean cultivar was sown, with one plant per pot after pruning and then cultivated for another 60 days. At the end of this period, the plants were removed from the pots for determination of vegetative and nematological parameters in soybean. The data was subjected to analysis of variance, and the means compared by Duncan test at 5% probability. The introduction of crambe in the crop succession system effectively reduced *P. brachyurus*, and the reproduction of *M. javanica* was lower for crambe compared to the other succession systems, but its reproductive factor was high.

Keywords: *Crambe abyssinica*, root lesion nematode, root-knot nematode.

1. INTRODUÇÃO

O cultivo da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) caracteriza-se como monocultura (KUHN et al., 2009), que consiste no cultivo da mesma espécie vegetal, no mesmo local da lavoura, onde estão presentes seus próprios restos culturais (REIS et al.; 2011). De um lado o sistema apresenta vantagens, como avanços tecnológicos e outros benefícios; porém pode gerar problemas fitossanitários, com aumento da infestação de agentes patogênicos e outras pragas (KUHN et al., 2009).

Visando minimizar impactos fitossanitários negativos que a monocultura pode gerar, busca-se alternativas como a rotação de culturas, que consiste em alternar espécies vegetais, no decorrer do tempo, numa mesma área agrícola (EMBRAPA, 2010). A alternância das culturas interfere nas propriedades biológicas, promovendo equilíbrio, que geralmente desfavorece o patógeno. Dessa forma, além da ausência do hospedeiro preferencial, a rotação de culturas promove aumento da microbiota do solo e, com isso, a competição entre os microrganismos (BETTIOL; GHINI, 2005).

O sistema de rotação age sobre a fase saprofítica dos fitopatógenos nos restos culturais das plantas hospedeiras. Com a rotação de culturas a fonte nutricional dos fitopatógenos, os restos culturais, é eliminada e conseqüentemente os submete a competição microbiana e inanição (REIS et al., 2011).

Já o cultivo sucessivo de culturas é caracterizado como uma sequência pré-estabelecida de espécies vegetais, dentro do mesmo ano agrícola (REIS et al., 2005), possibilitando a inclusão de espécies antagonistas ou não hospedeiras de determinados fitopatógenos na entressafra da soja. Dessa forma, é uma medida altamente recomendável, com a finalidade de evitar o aumento excessivo de pragas e de agentes causadores de doenças (INOMOTO et al., 2011).

O cultivo de plantas de cobertura de inverno também é uma opção, pois além de proteger o solo, é uma estratégia que contribui para a melhoria da qualidade da estrutura do mesmo (SILVA et al., 2012), alterando as propriedades físicas, como porosidade, redução de compactação, melhoria na agregação entre as partículas do solo, dentre outras, em função da decomposição dos resíduos vegetais (MOHLER, 2009), promovendo aumento da microbiota do solo e, com isso, a competição entre os microrganismos (BETTIOL; GHINI, 2005). Dessa forma, o planejamento adequado deste sistema permite

a utilização de espécies vegetais caracterizadas por sistema radicular capaz de atingir diferentes profundidades, proporcionando aproveitamento de nutrientes disponível em várias camadas do perfil de solo (FRANCHINI et al., 2011).

Em função de sua importância econômica, a soja é considerada a cultura principal dentro do esquema de sucessão de culturas. Essa importância pode ser confirmada pelos dados apresentados pela CONAB (2014), em que a produção nacional na safra 2013/14 contou com aproximadamente 30 milhões de hectares de áreas produzidas e 86120,6 mil toneladas de grãos colhidos.

No sistema de cultivo nacional de soja, são comuns as sucessões de culturas e as principais espécies vegetais usadas são milho (*Zea mays* L.) ou trigo (*Triticum aestivum* L) (FRANCHINI et al., 2011). Estes são bem estabelecidos, contudo, devem-se buscar alternativas para composição do sistema de sucessão, dando opções aos agricultores para melhorias na qualidade de solo e no manejo de pragas e doenças. Conforme Johnson e Toensmeier (2009), o desafio para obtenção de sucesso no sistema de sucessão de culturas é aumentar a variabilidade de espécies nesse sistema, o que garantirá a melhoria da fertilidade de solo ao longo do tempo.

Apesar do aumento na produção anual da soja, perdas significativas vêm sendo atribuídas a problemas fitossanitários, entre eles a presença de nematoides nas áreas agrícolas, sendo os mais preocupantes os nematoides de lesões radiculares (INOMOTO, 2011; COSTA et al., 2014; RIBEIRO et al., 2014) e os das galhas (FRANZENER et al., 2005; INOMOTO et al., 2008; SÁ et al., 2012).

O nematoide das lesões radiculares, *Pratylenchus brachyurus* (Godfrey) Filipjev e Schuurmans Steekhoven, é considerado a espécie de nematoide mais importante nas regiões produtoras de soja do país (INOMOTO, 2011) e tem sido responsável por prejuízos de até 30% na produtividade da cultura (DIAS et al., 2010). Não menos relevante, o nematoide das galhas, *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood, destaca-se entre as espécies de nematoides de grande importância para a soja, sendo encontradas na maioria das áreas cultivadas, causando perdas elevadas na produção (YORINORI, 2000) e o nematoide de cisto (*Heterodera glycines* Ichinohe) que pode ocasionar perdas de produtividade de grãos em torno de 90%, dependendo do grau de infestação, suscetibilidade da cultivar, fertilidade do solo e raça do nematoide (DHINGRA et al., 2009).

Visando minimizar as perdas na produção de grãos, deve-se planejar o controle de nematoides com a integração de vários métodos (ARAÚJO et al., 2012). Segundo Mendes et al. (2013), a sucessão de culturas é o método com maior potencial para o manejo de nematoides, possibilitando a manutenção dos níveis populacionais abaixo do limite de dano econômico, sem oferecer riscos ao ambiente (CARNEIRO et al., 2007), além de contribuir com o incremento de produtividade das culturas anuais (MAZARURA et al., 2012), sendo promissora para o controle de *P. brachyurus* (CHIAMOLERA et al., 2012; MENDES et al., 2013; VEDOVETO et al., 2013; RODRIGUES et al., 2014) e *M. javanica* (ASMUS; ANDRADE, 2001; INOMOTO et al., 2008),

O cultivo de plantas antagonistas aos fitonematoides em sucessão com a soja vem sendo considerado uma das mais eficientes técnicas de manejo alternativo de patógenos do solo utilizados na agricultura (ASMUS et al., 2000; BETTIOL; GHINI, 2005; INOMOTO et al., 2006a; CARNEIRO et al., 2007). Muitas espécies brassicáceas, como canola (*Brassica napus* var. oleífera L.), colza (*Brassica napus* L.), são conhecidas por serem potencialmente nematicidas. De acordo com Chew (1988) apud Eberlein (1998), espécies do gênero *Brassica* sintetizam grande quantidade de compostos sulfurosos, como o glucosinolato (RIZZARDI et al., 2008), que são convertidos em uma variedade de compostos com potenciais nematicidas, incluindo tiocianatos e nitrilas (ZASADA; FERRIS, 2004; NEVES et al., 2008).

Algumas espécies vegetais vêm sendo estudadas para suceder o cultivo da soja, visando o controle dos fitoparasitos e, alguns autores relataram resultados promissores na utilização de brássicas no manejo dos nematoides, como o nabo forrageiro no controle dos nematoides de lesão radiculares (CHIAMOLERA et al., 2012; VEDOVETO et al., 2013, RODRIGUES et al., 2014).

O crambe (*Crambe abyssinica* Hoechst), família Brassicaceae, pode vir a ser uma alternativa ao cultivo em sucessão a soja, visto tratar-se de uma oleaginosa de inverno, altamente resistente à seca e com ciclo curto, variando de 90 a 100 dias (MACHADO et al., 2007; PITOL et al., 2010; OLIVEIRA NETO et al., 2011). Possibilita ainda, retorno econômico ao produtor, pois seus grãos possuem alto teor de óleo, que serve como fonte de matéria prima para a produção de biodiesel (OPLINGER et al., 1991). Além disso, o cultivo é totalmente mecanizável, empregando-

se os mesmos equipamentos utilizados nas culturas tradicionais para a produção de grãos (PITOL et al., 2010).

O trabalho teve como objetivo avaliar a sucessão de culturas com espécies como aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb), nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L. var. *oleiferus* Metzg), milho e feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), comparando-as com o crambe, sobre a população de *P. brachyurus* e *M. javanica* na soja, em condições de casa de vegetação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação, na Universidade Estadual de Maringá, Campus Regional de Umuarama – Umuarama (PR). A condução do experimento com *P. brachyurus* foi entre abril e dezembro de 2013 e o de *M. javanica* entre junho de 2013 e janeiro de 2014. Adotou-se delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos e quatro repetições.

Sementes de soja cv. 5909RR Nidera foram semeadas em vasos com capacidade para 18 L e, posteriormente, raleadas mantendo uma planta por vaso. O solo utilizado como substrato foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico típico, de textura arenosa (EMBRAPA, 2013), previamente autoclavado por duas horas à temperatura constante de 120°C.

Decorridos 15 dias da semeadura, foram inoculados, em experimentos separados, 1000 espécimes de *P. brachyurus* e 3000 ovos e eventuais juvenis de segundo estágio (J2) de *M. javanica*. Os inóculos foram obtidos de populações puras mantidas em milho e tomateiro, respectivamente, e foram extraídos pelos métodos propostos Coolen e D’Herde (1972) e Hussey e Barker (1973), respectivamente, sendo quantificados em câmara de Peters, sob microscópio óptico.

Aos 60 dias da inoculação, a parte aérea da soja foi descartada e as culturas de sucessão: aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb) cv. IAPAR 61, crambe cv. MS Brilhante, nabo forrageiro, milho cv. IPR114 e feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. IPR Tangará foram semeadas. Vasos sem plantasse contendo os nematoides foram mantidos em ambos os experimentos, simulando o solo em pousio. Seguindo recomendações de Calegari (2006) e Pitol et al. (2010) foram semeadas 20 sementes vaso⁻¹ para aveia-preta e 15 sementes vaso⁻¹ para crambe e nabo forrageiro. A densidade de semeadura do milho (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000) e feijão (SILVA, 2003) foi de duas plantas vaso⁻¹, mantendo-se a mesma quantidade de plantas semeadas.

As plantas foram cultivadas por 90 dias, quando tiveram a parte aérea cortada, picada e mantidas na superfície do solo. A mesma cultivar de soja foi semeada, mantendo-se uma planta por vaso após desbaste. Decorridos 60 dias, as plantas foram retiradas dos vasos, determinando-se a altura, massa fresca da parte aérea e raiz e massa seca da parte aérea, obtida por secagem em estufa de circulação forçada, a 65°C por três dias. As raízes foram

submetidas às extrações de nematoides, conforme metodologias citadas, e avaliou-se o número de nematoide por sistema radicular. Posteriormente, este foi dividido pela massa da raiz, obtendo-se o número de nematoide g^{-1} de raiz.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Duncan a 5% de erro. Para análise estatística, os parâmetros nematoides g^{-1} de raiz e número total de nematoides na planta (*M. javanica*), foram transformados pela $\sqrt{(x+1)}$.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No experimento com *P. brachyurus*, a sucessão de culturas não interferiu nos parâmetros vegetativos da soja, como altura, massa fresca e massa seca da parte aérea da soja (Tabela 1).

Tabela 1. Médias de altura de planta, massa da parte aérea fresca (MF) e seca (MS) da soja cv 5909RR Nidera aos 60 dias de cultivo, após sucessão de culturas, em vasos inoculados com *P. brachyurus*.

Tratamentos	Altura (cm)	MF (g)	MS (g)
Milho	36,9 ^{ns}	40,8 ^{ns}	10,0 ^{ns}
Aveia-preta	28,8	27,8	8,3
Nabo forrageiro	32,3	32,5	9,1
Feijão	33,8	30,5	8,6
Pousio	30,0	35,7	9,9
Crambe	30,7	32,5	9,5
CV(%)	30,9	42,9	39,3

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. ns= não significativo. CV = coeficiente de variação.

Os tratamentos de sucessão de culturas também não influenciaram o desenvolvimento radicular das plantas de soja (Tabela 2), mas quanto aos parâmetros nematológicos, as sucessões com milho e com aveia resultaram nos maiores valores de população total, porém a aveia não diferiu estatisticamente dos demais tratamentos. Para nematoides g⁻¹ de raiz, o tratamento com milho (289,9) diferiu estatisticamente da sucessão com crambe (74,5), indicando possibilidade de redução da população nesse sistema de cultivo com crambe.

Tabela 2. Massa de raiz fresca (MFR), *P. brachyurus* por grama de raiz, e por planta em sistema de sucessão de culturas soja-tratamento-soja.

Tratamentos	MFR (g)	População total	Nematoide g ⁻¹ raiz
Milho	7,5 ^{ns}	2.177,5a	289,9a
Aveia-preta	6,1	1.256,2ab	206,4ab
Nabo forrageiro	6,2	1.157,0b	185,6ab
Feijão	4,4	940,0b	214,0ab
Pousio	3,8	736,5b	194,8ab
Crambe	4,4	330,0b	74,5b
CV(%)	36,0	50,8	54,1

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. ns= não significativo. CV = coeficiente de variação.

O aumento populacional de *P. brachyurus* na sucessão soja/milho/soja corrobora com relatos de outros autores (INOMOTO, 2011; NIKUMA et al., 2012; VEDOVETO et al., 2013; COSTA et al., 2014). Dados semelhantes foram encontrados por Rodrigues et al. (2014), em que a sucessão soja/milho/soja promoveu aumento no número de nematoides g^{-1} de raiz, quando comparado à sucessão com crotalária (*Crotalaria juncea* L.), estilosantes (*Stylosantes capitata* Vog.+ *Stylosantes macrocephala* Ferreira e Costa (80+20%)) e pousio.

Semelhante ao milho, a sucessão com aveia-preta cv Iapar 61 resultou em aumento da população de *P. brachyurus*, porém o mesmo não diferiu estatisticamente dos demais tratamentos, discordando de Borges et al. (2010) que observaram redução da população de *P. brachyurus* em cinco cultivares de aveia-preta testadas, indicando-as como hospedeiras desfavoráveis. Chiamolera et al. (2012) estudaram a reação de espécies de inverno ao nematoide das lesões radiculares e observaram que a aveia-preta (CV IAPAR 61) promoveu redução do nematoide tanto em casa de vegetação como no campo.

As demais sucessões promoveram redução da população total do nematoide das lesões radiculares. O nabo forrageiro foi eficiente no controle de *P. brachyurus*, confirmando dados apresentados por outros autores, os quais indicaram esta espécie vegetal como resistente ao nematoide (INOMOTO et al. (2006b) (FR = 0,03), CHIAMOLERA et al. (2012) (FR = 0,35). Vedoveto et al. (2013) relataram que o nabo forrageiro reduziu a população do nematoide no solo, porém foi menos eficiente que outras espécies como mucuna (*Stizolobium aterrimum* Piper e Tracy cv. Mucuna-preta), crotalária, estilosantes e guandu (*Cajanus cajan* (L.) Mill) cv. Caqui).

A população total de *P. brachyurus*, também, diminuiu na sucessão soja/feijão cv IPR Tangará/soja. Os dados encontrados discordam dos trabalhos de outros autores, que observaram que o feijão foi suscetível ao nematoide, aumentando sua população final (BONFIM JUNIOR, 2013; AMARO et al., 2014). Dois fatores podem ter contribuído para estes resultados, a densidade populacional do nematoide no solo (MACHADO et al., 2014) e a cultivar utilizada (AMARO et al., 2014). Amaro et al. (2014) observaram que a cultivar Tangará foi suscetível a *P. brachyurus* (FR= 2,71), contudo apresentou FR inferior a maioria das cultivares avaliadas.

O sistema de pousio do solo após a colheita da soja foi eficiente no controle do nematoide das lesões radiculares, dados que concordam com Barry e Rhodes (2006) e

Rodrigues et al. (2014) que observaram o decréscimo da população de *P. bachyurus* em sistemas de solo em pousio. O pousio é uma opção de manejo para o controle de *P. brachyurus*, porém, é uma prática de difícil aplicabilidade em razão do uso constante da mesma área e pela necessidade de manter controle rigoroso de plantas daninhas suscetíveis ao nematoide (CASTRO; SANTOS, 2008). Além disto, o pousio pode acarretar problemas de erosão e conseqüentemente diminuição da fertilidade do solo, pelo decréscimo de matéria orgânica, nutrientes e microrganismos benéficos (MCSORLEY; GALLAHER, 1994).

A sucessão soja/crambe/soja apresentou resultados favoráveis no controle de *P. brachyurus*, concordando com os resultados de Dias et al. (2012), os quais observaram que o crambe foi imune ao fitoparasito, com fator de reprodução igual a zero. Possivelmente, o mecanismo de ação do crambe, a exemplo do que ocorre com outras brássicas, seja a combinação entre a capacidade dessas espécies atuarem como plantas-armadilhas e a liberação de compostos nematotóxicos, principalmente o isotiocianato, via exsudatos radiculares, ou durante a decomposição dos resíduos vegetais (BROWN; MORRA, 1997).

No experimento com *M. javanica*, observou-se que a sucessão de culturas não influenciou estatisticamente nos parâmetros vegetativos, como altura de planta, massa fresca e seca da parte aérea da soja (Tabela 3).

Tabela 3. Médias de altura de planta, massa da parte aérea fresca (MF) e seca (MS) da soja em função das plantas em sucessão em vasos inoculados com *M. javanica*.

Plantas cobertura	Altura (cm)	MF (g)	MS (g)
Milho	51,3 ^{ns}	35,2 ^{ns}	9,6 ^{ns}
Aveia-preta	49,4	19,5	5,0
Nabo forrageiro	55,6	32,7	8,7
Feijão	52,5	36,4	9,8
Pousio	54,	33,4	9,0
Crambe	56,5	39,6	10,5
CV(%)	18,6	34,9	28,3

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. ns= não significativo. CV = coeficiente de variação.

A massa de raiz das plantas da soja diferiu significativamente entre os tipos de sucessão de culturas (Tabela 4), sendo que a sucessão soja/crambe/soja influenciou positivamente (64,3 g) e a aveia-preta/soja negativamente (29,5 g), porém, ambas não diferiram do milho (34,7 g).

A população total de *M. javanica* aumentou consideravelmente em todos os sistemas de sucessão quando comparado com a população inicial, que foi de 3000 ovos e eventuais juvenis no momento da inoculação, sendo o milho o tratamento que resultou em menor aumento (194.560). Segundo Asmus et al. (2000), algumas cultivares de milho podem atuar como hospedeiro resistente aos nematoides das galhas. Ribeiro et al. (2002) observaram resistência da maioria dos 85 genótipos de milho a *M. javanica*, cujos FRs variaram de 0,02 a 5,68, enquanto as testemunhas apresentaram FRs de 43,28 a 104,53.

Tabela 4. Massa fresca de raiz (MFR), número de nematoides por grama de raiz, número de nematoides na planta para o nematoide *M. javanica* na soja, em função das plantas de cobertura antecessoras.

Plantas cobertura	MFR (g)	População total	Nematoide g⁻¹ raiz
Milho	34,7ab	194.560b	5.417bc
Aveia-preta	29,5b	334.847ab	12.370a
Nabo forrageiro	48,9ab	269.192ab	6.881abc
Feijão	52,3ab	469.125a	9.713ab
Pousio	44,9ab	324.667ab	8.037abc
Crambe	64,3a	271.340ab	4.505c
CV(%)	26,0	32,0	36,0

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. CV = coeficiente de variação.

A sucessão soja/feijão/soja aumentou a população do nematoide das galhas (469.125), confirmando dados apresentados por Zeni et al. (2014) que classificaram o cultivar IPR Tangará como suscetível à *M. javanica*. Simão et al. (2005), relataram acréscimo na população de *M. javanica* em feijoeiro e Vieira (1993) caracterizou a espécie de *Phaseolus* como hospedeiro eficiente na multiplicação dos nematoides das galhas.

Os demais tratamentos como aveia-preta, nabo-forrageiro, pousio e crambe, não diferiram significativamente das sucessões com milho e feijão. Os dados encontrados discordam de Carneiro et al. (1998), que relataram imunidade da aveia-preta e nabo forrageiro a *M. javanica*, as quais não reproduziram o patógeno, indicando as espécies para o sistema de rotação de culturas. Charchar et al. (2007) observaram decréscimo da população total deste nematoide em sistemas de solo em pousio.

Quanto ao crambe, em estudos sobre suscetibilidade, Asmus e Andrade (2001) observaram que o crambe promoveu incremento na população final de *M. javanica*, mostrando-se suscetível ao patógeno, porém, esse incremento foi menos intenso que em

outras culturas, como a canola e quinoa. Souza et al. (2011) confirmaram os resultados, afirmando a suscetibilidade do crambe ao nematoide das galhas.

Observou-se que a maior quantidade de nematoides g^{-1} de raiz de soja foi encontrada na sucessão soja/aveia-preta/soja (12369,9) e a menor na sucessão soja/crambe/soja (4504,7). É possível que a redução do número de nematoides das galhas g^{-1} de raiz promovida pela sucessão com o crambe, proporcionou maior desenvolvimento das raízes da soja. Os dados de menor multiplicação dos nematoides das galhas (nematoides $g\ raiz^{-1}$) em plantas de crambe, quando comparada com as demais espécies, corrobora com aqueles obtidos por Asmus e Andrade (2001), que relataram que o crambe, junto à ervilhaca-peluda (*Vicia villosa* Loth) e tremoço branco (*Lupinus albus* L.), foram as culturas que possibilitaram menor aumento populacional no solo. Além disto, a decomposição de algumas brássicas libera compostos tóxicos com comprovado efeito nematicida, como os glucosilonatos, presentes nas raízes e tecidos vegetais, os quais são hidrolisados pela enzima mironase e são produzidos diferentes isoticionatos, quimicamente similares ao metam sódio (isoticionato de metila), fumigante de solo de amplo espectro (COLE, 1976; McCULLY et al., 2008; OKA, 2010; WU et al., 2011; RATNADASS et al., 2012).

4. CONCLUSÃO

A introdução do crambe no sistema de sucessão de culturas foi eficiente no controle do *P. brachyurus*.

A reprodução do *M. javanica* foi menor para o crambe quando comparado com os demais sistemas de sucessão, porém o mesmo não deve ser utilizado como manejo do nematoide, pois a reprodução ainda foi elevada.

5. REFERÊNCIAS

- AMARO, P.M.; MATUNAGA, D.S.; MARINI, P.M.; SILVA, S.A.; MACHADO, A.C.Z. Reação de cultivares de feijoeiro a *Meloidogyne incognita* e *Pratylenchus brachyurus*. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 11, 2014, Londrina. **Anais...** Londrina: Iapar, 2014. 5 p.
- ARAÚJO, F.F.; BRAGANTE, R.J.; BRAGANTE, C.E. Controle genético, químico e biológico de meloidoginose na cultura da soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.42, n.2, p.220-224, 2012.
- ASMUS, G.L.; ANDRADE, P.J.M. **Reprodução do nematoide das galhas (*Meloidogyne javanica*) em algumas plantas alternativas para uso em sucessão à cultura da soja**. Comunicado Técnico, 37. Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, 2001.
- ASMUS, G.L.; FERRAZ, L.C.C.B.; APPEZZATO-da-GLÓRIA, B. Alterações anatômicas em raízes de milho (*Zea mays* L.) parasitadas por *Meloidogyne javanica*. **Nematropica**, Auburn, v.30, n.1, p.33-40, 2000.
- BARRY, S.; RHODES, R. Green manure crops: agronomic characteristics and effect on nematodes. **South African Sugar Technologists' Association**, South African, v.80, p.269-273, 2006.
- BETTIOL, W. GHINI, R. Solos supressivos. IN: MICHEREFF, S.J.; ANDRADE D.E.G.T., MENEZES, M. (Ed) **Ecologia e manejo de patógenos radiculares em solos tropicais**. UFRPE: Recife, 2005. p. 125 – 152, 2005.
- BONFIM JUNIOR, M.F. **Nematoides em feijoeiro-comum: ocorrência nos Estados do Paraná e São Paulo, e interação com *Pratylenchus brachyurus*, *Meloidogyne incognita* e *Meloidogyne javanica***. 2013. 115 f. Tese (Doutorado em Ciências). Universidade de São Paulo. 2013.
- BORGES, D.C.; MACHADO, A.C.Z.; INOMOTO, M.M. Reação de aveias a *Pratylenchus brachyurus*. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v.35, n.3, p.178-181, 2010.
- BROWN, P.D., MORRA, M.J. Control of soil-borne plant pests using glucosinolate-containing plants. In Sparks, D. L. (ed.) **Advances in Agronomy**. San Diego: Academic Press, p. 167-215, 1997.
- CALEGARI, A. Plantas de cobertura. In: CASÃO JUNIOR, R.; SIQUEIRA, R.; MEHTA, Y. R.; PASSINI, J.J. **Plantio direto com qualidade**. Londrina: IAPAR; Foz do Iguaçu: ITAIPU Binacional, p. 55-73, 2006.
- CARNEIRO, R.G.; MORITZ, M.P.; MÔNACO, A.P.A.; NAKAMURA, K.C.; SCHERER, A. Reação de milho, sorgo e milheto a *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *M. paranaensis*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.31, n.2, p.9-13, 2007.

CARNEIRO, R.M.D.G.; CARVALHO, F.L.C.; KULCZYNSKI, S.M. Seleção de plantas para o controle de *Mesocriconema xenoplax* e *Meloidogyne* spp. através de rotação de culturas. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.22, n.2, p.41-48, 1998.

CASTRO, A.P.; SANTOS, M.A. Reprodução de *Pratylenchus brachyurus* em plantas de soja sob condições de casa de vegetação a partir de diferentes populações iniciais de inóculo. **Horizonte Científico**, Uberlândia, n.8, v. 1, 2008. Disponível em: <<http://www.horizontecientifico.propp.ufu.br/include/getdoc.php?id=710&article=288mode=pdf>>. Acesso em: 03 de agosto de 2014.

CHARCHAR, J.M.; GONZAGA, V.; VIEIRA, J.V.; OLIVEIRA, V.R.; MOITA, A.W.; ARAGÃO, F.A.S. Efeito da rotação de culturas no controle de *Meloidogyne* spp. em cenoura na região norte do estado de Minas Gerais. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.31, n.3. 2007.

CHIAMOLERA, F.M.; DIAS-ARIEIRA C.R.; SOUTO, E.R.; BIELA, F.; CUNHA, T.P.L.; SANTANA, S.M.; PUERARI, E.H. Suscetibilidade de culturas de inverno a *Pratylenchus brachyurus* e atividade sobre a população do nematoide na cultura do milho. **Nematropica**, Auburn, v.42, n.2, p. 267-275, 2012.

COLE, R.A. Isothiocyanates, nitriles and thiocyanates as products of autolysis of glucosinolates in Cruciferae. **Phytochemistry**, Washington, v.15, p.759-762, 1976.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra de grãos, oitavo levantamento, maio/2014. Brasília: Conab., 2014.** 92p. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_12_10_08_51_33_boletim_graos_dezembro_2014.pdf> Acesso em 6 de março de 2015.

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

COSTA, M.J.N.; PASQUALLI, R.M.; PREVEDELLO, R.2. Efeito do teor de matéria orgânica do solo, cultura de cobertura e sistema de plantio no controle de *Pratylenchus brachyurus* em soja. **Summa Phytopathol.**, Botucatu, v. 40, n. 1, p. 63-70, 2014.

DHINGRA, O.D.; MENDONÇA, H.L.; MACEDO, D.M. Doenças e seu controle. In: SEDIYAMA, T. (Ed.). **Tecnologias de produção e usos da soja.** 1.ed. Londrina: Mecenas, 2009. p.133- 155.

DIAS, W.P., ORSINI, I.P., RIBEIRO, N.R., PARPINELLI, N.M.B.; FREIRE, L.L. Efeito do cultivo de espécies vegetais sobre a população de *Pratylenchus brachyurus* na soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 6, 2012, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: Embrapa, 2012, 4p.

DIAS, W.P.; ASMUS, G.L.; SILVA, J.F.V.; GARCIA, A.; CARNEIRO, G.E.S. Nematoides. In: ALMEIDA, A.M.R.; SEIXAS, C.D.S. (Ed.) **Soja: doenças radiculares e de hastes e**

interrelações com o manejo do solo e da cultura. Embrapa Soja: Londrina, p.173-206, 2010.

EBERLEIN, C.V.; MORRA, M.J.; GUTTIERI, M.J. BROWN, P.D.; BROWN, J. Glucosinolate production by five field-crown *Brassica napus* cultivars used as green manures. **Weed Technology**, Washington, v.12, p. 712 – 718, 1998.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Embrapa Solos, 2013, 306p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistemas de produção n.14:** Tecnologias de produção de soja: Região Central do Brasil – 2011. Londrina: Embrapa Soja. 2010. 255p.

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho.** Guaíba: Agropecuária, 2000. 360 p.

FRANCHINI, J.C.; COSTA, J.M.; DEBIASI, H. Rotação de culturas: Prática que confere maior sustentabilidade à produção agrícola no Paraná. **Informações Agronômicas**, v.134, p. 1–13, 2011.

FRANZENER, G.; UNFRIED, J.R.; STANGARLIN, J.R.; FURLANETTO, C. Nematoides formadores de galhas de cisto patogênicos à cultura da soja em municípios do Oeste do Paraná. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.29, n.2, p.261-265, 2005.

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

INOMOTO, M.M. Avaliação da resistência de 12 híbridos de milho a *Pratylenchus brachyurus*. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v.36, p.308-312, 2011.

INOMOTO, M.M.; ANTEDOMÊNICO, S.R.; SANTOS, V.P.; SILVA, R.A.; ALMEIDA, G.C. Avaliação em casa de vegetação do uso de sorgo, milheto e crotalária no manejo de *Meloidogyne javanica*. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v.33, n.2, p.125-129, 2008.

INOMOTO, M.M.; MOTTA L.C.C.; BELUTI, D.B.; MACHADO, A.C.Z. Reação de seis adubos verdes a *Meloidogyne javanica* e *Pratylenchus brachyurus*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.30, n.1, p.39-44, 2006a.

INOMOTO, M.M.; MOTTA, L.C.C.; MACHADO, A.C.Z.; SAZAKI, C.S.S. Reação de dez coberturas vegetais a *Pratylenchus brachyurus*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.30, n.2, p. 151-157. 2006b.

JOHNSON, S.E.; TOENSMEIER, E. How expert organic farmers manage crop rotations. In.: MOHLER, C.L.; JOHNSON, S.E. **Crop rotation on organic farms: a planning manual.** New York: NRAES. 2009. p.3-10.

- KUHN, R.A.; PORTZ, R.L.; STANGARLIN, J. R. Uso de biomassa cítrica no controle de doenças da soja. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v.8, p.85-89, 2009.
- MACHADO, A.C.Z.; MARINI, P.M.; DADAZIO, T.S.; SILVA, S.A. Patogenicidade de *Pratylenchus brachyurus* em feijão. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 11, 2014, Londrina. **Anais...** Londrina: Iapar, 2014. 4 p.
- MACHADO, M. F.; BRASIL, A. N.; OLIVEIRA, L. S.; NUNES, D. L. Estudo do crambe (*Crambe abyssinica*) como fonte de óleo para produção de biodiesel. Itaúna/MG – UFMG, 2007.
- MAZARURA, U.; CHISANGO, C.; GOSS, M. Management of the root knot nematode (*Meloidogyne javanica*. Treub) and sore shin (*Rhizoctonia solani*. Kuhn) using a nematicide and poor host crops in rotations. **Asian Journal of Agriculture and Rural Development**, Punjab, v.2, n.4, p. 668 – 675, 2012.
- McCULLY, M.E.; MILLER, C.SPRAGUE, S.J.; HUANG, C.X.;KIRKEGAARD, J.A. Distribution of glucosinolates and sulphur-rich cells in roots of field-grown canola (*Brassica napus*). **New Phytologist**, Boston, v.180, p.193–205, 2008.
- MCSORLEY, R.; GALLAHER, R.N. Effect of tillage and crop residue management on nematode densities on corn. **Journal of Nematology**, v.9, p.731-736, 1994.
- MENDES, F. L.; ARAÚJO, K.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C.; DIAS, W. P.; RAMOS JUNIOR, E. U.; SILVA, J. F. V. Alternativas culturais para o manejo do nematoide das lesões radiculares durante a entressafra da soja no Mato Grosso. In: JORNADA ACADÊMICA DA EMBRAPA SOJA, 8., 2013, Londrina. **Resumos expandidos..** Londrina: Embrapa Soja, 2013. p. 97-103.
- MOHLER, C.L. Physical and biological process in crop rotation. In.: MOHLER, C.L.; JOHNSON, S.E. **Crop rotation on organic farms: a planning manual**. New York: NRAES. 2009. p.21-44.
- NEVES, W.S.; FREITAS, L.G.; COUTINHO, M.M.; PARREIRA, D.F.; FERRAZ, S.; COSTA, M.D. Biofumigação do solo com espécies de brássicas para o controle de *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 31, n.3, p. 195-201, 2007.
- NIKUMA, H.H.; DIAS, I.; PAES, V.S.; SILVA, A.; VENDRAMINI, A.; SOARES, P.L.M. Avaliação da resistência de genótipos de milho e sorgo ao nematoide das lesões, *Pratylenchus brachyurus*. **Ciência e Tecnologia**: Fatec-JB: Jaboticabal, v. 4, 2012. Suplemento. 5p.
- OKA, Y. Mechanisms of nematode suppression by organics oil amendments-A review. **Applied Soil Ecology**, Firenze, v.44, p.101–115, 2010.
- OLIVEIRA NETO, A.M.O.; GUERRA, N.; MACIEL, C.D.G.; SILVA, T.R.B. LIMA, G.G.R. Seletividade de herbicidas aplicados em pré-emergência na cultura do crambe. **Revista Brasileira de Herbicida**, Maringá, v.10, n.1, p.49 - 56, 2011.

OPLINGER, E.S.; OELKE, E.A.; KAMINSKI, A.R.; PUTMAN, D. H.; TEYNOR, T.M.; DOLL, J.D.; KELLING, K. A.; DURGAN, B.R.; NOETZEL, D.M. **Crambe, alternative field crops manual**. University of Wisconsin and University of Minnesota. St. Paul, 1991.

PITOL, C.; BROCH, D. L.; ROSCOE, R. **Tecnologia e Produção: Crambe**. Maracajú, Editora: Fundação MS, 2010. 60p.

RATNADASS, A. FERNANDES, P. AVELINO, J.; HABIB, R. Plant species diversity for sustainable management of crop pests and diseases in agroecosystems: a review. **Agronomy for Sustainable Development**. v 32, p. 273–303, 2012.

REIS, E.M.; CASA, R.T.; BIANCHIN, V. Controle de doenças de plantas pela rotação de culturas. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.37, n.3, p.85-91, 2011.

REIS, E.M.; CASA, R.T.; HOFFMANN, L.L. Controle cultural de doenças radiculares. IN: MICHEREFF, S.J.; ANDRADE D.E.G.T., MENEZES, M. (Ed) **Ecologia e manejo de patógenos radiculares em solos tropicais**. UFRPE: Recife, p. 279 – 301, 2005.

RIBEIRO, L.M.; CAMPOS, H.D.; DIAS-ARIEIRA, C.R.; NEVES, D.L.; RIBEIRO, G.C. Effect of soybean seed treatment on the population dynamics of *Pratylenchus brachyurus* under water stress conditions. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n.3, p. 616-62. 2014.

RIBEIRO, N.R.; CRAVEIRO, A.G.; SILVA, J.F.V. FRANCISCO, A.; GOMES, J.; MEIRELLES, W.F. Avaliação de genótipos de milho (*Zea mays*) aos nematoides *Meloidogyne javanica* e *M. incognita* Raça 3. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24, 2002, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Embrapa, 2002. 5p.

RIZZARDI, M.A.; NEVES, R.; LAMB, T.D.; JOHANN, L.B. Potencial alelopático da cultura da canola (*Brassica napus* L. var. oleífera) na supressão de picão-preto (*Bidens* sp.) e soja. **Revista Brasileira. Agrocência**, Pelotas, v.14, n.2, p.239-248, 2008.

RODRIGUES, D. B., DIAS-ARIEIRA, C. R.; VEDOVETO, M. V. V.; ROLDI, M.; MOLIN, H. F. D.; ABE, V. H. F. Sucessão de culturas no manejo de *Pratylenchus brachyurus* em soja. **Nematropica**, Auburn, v.43, p.79-93, 2014.

SÁ, M.E.L.; LOPES, M.J.C.; CAMPOS, M.A.; PAIVA, L.V.; SANTOS, R.M.A.; BENEVENTI, M.A.; FIRMINO, A.A.P.; SÁ, M.F.G. Transcriptome analysis of resistant soybean roots infected by *Meloidogyne javanica*. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v.35, n.1, p. 272-282, 2012.

SILVA, C.C. Plantio. In: AIDAR, H. **Cultivo do feijoeiro comum**. Sistemas de produção, 2. Embrapa Arroz e Feijão: Santo Antônio de Goiás. 2003. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/CultivodoFeijoeiro/plantio.htm>. Acesso em 02 de ago de 2014.

SILVA, V.L.; DIECKOW, J.M.; MOLIN, R.; FAVARETTO, N.; PAULETTI, V.; VEZZANI, F.M. Melhoria da estrutura de um Latossolo por sistemas de culturas em plantio direto nos Campos Gerais do Paraná. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.36, n.3, p.983-992, 2012.

SIMÃO, G.; HOMECHIN, M.; SANTIAGO, D.C.; SILVA, R.T.V.; RIBEIRO, E.R. Comportamento de duas cultivares de feijoeiro em relação à *Meloidogyne javanica*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.2, 2005.

SOUZA, R. A.; RIBEIRO, R. C. F.; ROCHA, L. S.; XAVIER, A. A.; SOARES-MARTINS, I. P.; SILVA, F. J. Reação de crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) à *Meloidogyne javanica*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 44. **Anais...** Bento Gonçalves, RS, p. 781, 2011.

VEDOVETO, M. V. V.; C. R. DIAS-ARIEIRA, D. B. RODRIGUES, J. O. ARIEIRA, M. ROLDI, AND J. J. SEVERINO. Adubos verdes no manejo de *Pratylenchus brachyurus* em soja. **Nematropica**, Auburn, v. 43, n. 2, p. 226-232, 2013.

VIEIRA, C. Doenças e pragas do feijoeiro. Viçosa. Editora UFV. 1993

WU, H., WANG, C., BIAN, X., ZENG, S., LIN, K., WU, B., ZHANG, G., ZHANG, X. Nematicidal efficacy of isothiocyanates against root-knot nematode *Meloidogyne javanica* in cucumber. **Crop Protection**, Queensland, v.30, n.1, p.33-37, 2011.

YORINORI, J.T. Riscos de surgimento de novas doenças na cultura da soja. In: CONGRESSO DE TECNOLOGIA E COMPETIVIDADE DA SOJA NO MERCADO GLOBAL, 1., 2000, Cuiabá. **Anais...**Cuiabá: Fundação MT, 2000. p. 165-169.

ZENI, F.; DADAZIO, T.S.; AMARO, P.M.; SILVA, S.A.; MACHADO, A.C.Z. Reação de cultivares de feijão a *Meloidogyne javanica*. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 11, 2014, Londrina. **Anais...** Londrina: Iapar, 2014. 4 p.

CAPÍTULO 3

Controle de *Meloidogyne javanica* e *Pratylenchus brachyurus* com torta de crambe

Controle de *Meloidogyne javanica* e *Pratylenchus brachyurus* com torta de crambe

RESUMO

Torta de crambe é um subproduto da extração do óleo das sementes de crambe cujo efeito nematicida, ainda, não foi pesquisado. Assim, objetivou-se estudar o efeito de doses da torta de crambe sobre a população de *Meloidogyne javanica* e *Pratylenchus brachyurus*. Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação, na Universidade Estadual de Maringá, Campus Regional de Umuarama. Para cada nematoide estudado, dois experimentos foram conduzidos em períodos distintos: ano 1 (2011) entre os meses de outubro/2011 a fevereiro/2012 e o experimento 2 (2012), de fevereiro a junho de 2012, em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e sete repetições para cada experimento. Sementes de soja (CD 234RR) foram semeadas em bandejas e as plântulas transplantadas 25 dias após a emergência (DAE), para vasos com capacidade para 2 L, sendo mantidas duas plântulas por vaso, em solo previamente autoclavado. Decorridos dois dias do transplântio, realizou-se a inoculação, sendo que para *M. javanica*, no ano 1, utilizou-se suspensão de 3000 ovos e eventuais juvenis de segundo estágio (J2) e no ano 2, 1000 ovos e eventuais J2. O inóculo de *P. brachyurus* constituiu-se de 3000 espécimes no ano 1 e 1000 espécimes no ano 2. A diferença de populações iniciais entre os dois períodos foi em função da disponibilidade do inóculo. Decorridos os 60 dias da inoculação, a parte aérea da soja foi descartada e, em cada vaso, aplicou-se a torta de crambe fresca, obtida pela prensagem das sementes, nas dosagens de 0, 10, 20, 50 e 100 g de torta incorporando-a ao solo e realizada nova semeadura de soja, mantendo-se uma planta por vaso. Aos 60 DAE, as plantas foram retiradas dos vasos para avaliação dos parâmetros vegetativos e nematológicos, para ambas as espécies. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias à análise de regressão. Na dosagem de 100 g de torta de crambe por vaso, independente do experimento, não houve germinação das sementes de soja. O mesmo ocorreu no tratamento com 50 g de torta no segundo ano do experimento com *M. javanica*. O aumento das doses da torta de crambe aplicada nos vasos influenciou positivamente no desenvolvimento vegetativo da soja e promoveu redução da população de *M. javanica*, no segundo ano do experimento e de *P. brachyurus* nos dois anos em que os ensaios foram conduzidos.

Palavras-chave: *Crambe abyssinica*, manejo, matéria orgânica, nematoide das galhas, nematoide das lesões radiculares.

Control of *Meloidogyne javanica* and *Pratylenchus brachyurus* using cold-pressed crambe meal

ABSTRACT

Crambe meal is a byproduct of the extraction of oil from crambe seeds whose nematocidal effect has not yet been investigated. Thus, the present study aimed to assess the effect of crambe meal on populations of *Meloidogyne javanica* and *Pratylenchus brachyurus*. The experiments were conducted in greenhouse, at Universidade Estadual de Maringá, Campus Regional de Umuarama. For each nematode studied, two experiments were conducted in different periods: experiment 1 (2011) between the months of October/2011 to February/2012 and experiment 2 (2012), from February to June 2012, in entirely randomized design, with five treatments and seven replications for each experiment. Soybean seeds (CD 234RR) were sown in trays and the seedlings were transplanted 26 days after emergence (DAE) to 2 liter pots, with two seedlings per pot, in previously autoclaved soil. Inoculation was performed two (2) days after transplantation. For *M. javanica*, a suspension of 3000 eggs and possible two-stage juveniles (J2) was used in year 1, and in year 2, 1000 eggs and possible J2. The inoculum of *P. brachyurus* consisted of 3000 specimens in year 1 and 1000 specimens in year 2. The difference between the initial populations in the two periods was related to the availability of the inoculum. Sixty (60) days after inoculation, the aerial part of the soybean plant was discarded and fresh crambe meal obtained from cold-pressed seeds of crambe was added to each pot, at the doses of 0, 10, 20, 50 and 100 g of the meal. Following the addition of the crambe meal to the soil, soybean was planted, one plant per pot. At 60 DAE, the plants were removed from the pots for assessment of the vegetative and nematological parameters for both species. The data were subjected to analysis of variance and the means to regression analysis. At the dose of 100 g of crambe meal per pot, regardless of the experiment, there was no soybean seed germination. The same was reported for the treatment with 50 g of crambe meal in the second year of the experiment with *M. javanica*. The increase in the doses of crambe meal added to the pots had a positive effect on the vegetative development of soybean and reduced the population of *M. javanica*, in the second year of the experiment, and of *P. brachyurus* during the two years of experiment.

Keywords: *Crambe abyssinica*, management, organic matter, root-knot nematode, root lesion nematode.

1. INTRODUÇÃO

Nematoides têm sido apontados como um dos principais limitantes da produtividade da soja. Isto porque o sistema plantio direto tem proporcionado aumentos consideráveis na população desses organismos, principalmente de *Pratylenchus brachyurus* (Godfrey) Filipjev e Schuurmans Steckhoven (FERRAZ, 2006), considerada a espécie de nematoide mais importante nas regiões produtoras de soja do país, devido a altas populações e prejuízos que tem ocasionado (INOMOTO, 2011), com reduções de até 50% da produção (FERRAZ, 2006). Não obstante, *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood também se destaca entre as espécies de nematoides na cultura da soja, sendo encontradas na maioria das áreas cultivadas, causando perdas elevadas na produção agrícola (YORINORI, 2000). As manutenções das raízes das plantas no solo após a colheita servem como fonte de alimento aos fitoparasitos (ASMUS, 2009).

Na tentativa de diminuir as populações de nematoides, vários métodos de controle têm sido pesquisados, visando a integração entre as técnicas disponíveis, para tornar o processo produtivo mais eficiente e econômico. Dentre as estratégias recomendadas estão o uso de cultivares resistentes, incorporação de matéria orgânica, emprego de plantas antagonicas, rotação de culturas com plantas não hospedeiras e a aplicação de nematicidas (OLIVEIRA et al., 2005). O uso de matéria orgânica apresenta alguns benefícios complementares, se comparado a outros métodos de controle, uma vez que, promove o aumento da população microbiana antagonista aos nematoides, resultando ainda em alterações nas propriedades físicas e químicas do solo (KAPLAN et al., 1992; McSORLEY; GALLAHER, 1995).

As principais fontes de matéria orgânica para o controle de nematoides são tortas de sementes de oleaginosas (mamona, nim, amendoim, mostarda, algodão, soja, linho e outros) (DUTRA et al., 2006; LOPES et al., 2008; UMAR; SIMON, 2008; LOPES et al., 2009; DINARDO-MIRANDA; FRACASSO, 2010; MOHAN, 2011; TIYAGIA et al., 2011), biomassa vegetal (INOMOTO, 2010; VEDOVETO et al., 2013; COSTA et al. 2014; RODRIGUES et al., 2014), resíduos agroindustriais (mandioca e casca de café) (VIEIRA et al., 2011; DOURADO et al., 2013; ROLDI et al., 2013b), resíduos de animais (esterco de frango e bovino, rejeitos da limpeza de peixes, farinha de osso e quitina) (VIEIRA et al., 2011; CHIAMOLERA et al., 2012; DOURADO et al., 2013;

ROLDI et al., 2013a; SANTOS et al., 2013) e lixo urbano (detritos e resíduos do tratamento de esgotos) (ARAÚJO; GENTIL, 2010; DOURADO et al., 2013)

As tortas são obtidas após a prensagem mecânica de sementes de espécies oleaginosas, para obtenção do óleo. Seu uso pode variar desde a aplicação no solo como adubo orgânico, representando significativos aportes de nutrientes e matéria orgânica, até a utilização na alimentação de animais (SOUZA et al., 2009).

O efeito antagonista das tortas sobre os nematoides inclui, principalmente, a liberação de diferentes formas de nitrogênio no solo (RODRÍGUEZ-KÁBANA, 1986; KAPLAN et al., 1992). O controle de várias espécies de nematoides foi reportado com o uso de tortas de sementes de oleaginosas, como a torta de nim (LOPES et al., 2008; UMAR; SIMON, 2008; MOHAN, 2011), mamona (DUTRA et al., 2006; LOPES et al., 2009; DINARDO-MIRANDA; FRACASSO, 2010), girassol e linhaça (TIYAGIA et al., 2011). Outra possibilidade é o uso da torta de crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) (SOUZA et al., 2009; OKA, 2010).

O crambe é uma oleaginosa, pertencente à família Brassicaceae (MACHADO et al., 2007) e segundo Cole (1976), os resíduos vegetais de brássicas contêm glucosinolatos, que após serem hidrolisados pela enzima mirosinase, formam compostos bioativos, como isotiocianatos, cianetos orgânicos e nitrilas. Tortas de sementes de brássicas têm impacto diferenciado sobre uma gama de organismos presentes nos solos, não só na influência sobre a comunidade do ponto de vista quantitativo, mas também no que diz respeito à duração e espectro de efeitos supressivos (MAZZOLA et al., 2007).

Assim, o objetivo do estudo foi avaliar o efeito da torta de crambe sobre as populações de *M. javanica* e *P. brachyurus* e no desenvolvimento da soja cv CD234RR, em condições de casa de vegetação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação, na Universidade Estadual de Maringá, Campus Regional de Umuarama, Umuarama – PR. Para cada nematoide estudado, dois experimentos foram conduzidos em períodos distintos: ano 1 (2011) entre os meses de outubro/2011 a fevereiro/2012 e o experimento 2 (2012), de fevereiro a junho de 2012. Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e sete repetições para cada experimento.

Inicialmente, sementes de soja cv. CD 234RR foram semeadas em bandejas de poliestireno, contendo o substrato comercial Plantmax[®]. As plântulas foram transplantadas 25 dias após a emergência (DAE), para vasos com capacidade para 2 L, sendo mantidas duas plântulas por vaso. O substrato utilizado foi solo classificado como Latossolo Vermelho distrófico típico de textura arenosa (EMBRAPA, 2013), previamente autoclavado por 2 horas à temperatura constante de 120 °C.

Decorridos dois dias do transplântio, realizou-se a inoculação, separadamente, com os nematoides. Para *M. javanica*, no ano 1, utilizou-se suspensão de 3000 ovos e eventuais juvenis de segundo estágio (J2) e no ano 2, 1000 ovos e eventuais J2. O inóculo de *P. brachyurus* constituiu-se de 3000 espécimes no ano 1 e 1000 espécimes no ano 2. A diferença de populações iniciais entre os dois períodos foi em função da disponibilidade do inóculo. Os inóculos foram obtidos de populações puras mantidas em tomateiro e milho e as extrações realizadas pelos métodos propostos por Hussey e Barker (1973) e Coolen e D’Herde (1972), para *M. javanica* e *P. brachyurus*, respectivamente.

Decorridos os 60 dias da inoculação, a parte aérea da soja foi descartada e, em cada vaso, aplicou-se a torta de crambe fresca, obtida pela prensagem das sementes, nas dosagens de 0, 10, 20, 50 e 100 g de torta incorporando-a ao solo. A torta foi obtida junto à RM Indústria, Campo Grande, MS.

Após a incorporação, semeou-se soja nos vasos, mantendo-se uma planta por vaso. Aos 60 DAE, as plantas foram retiradas dos vasos para avaliação. Avaliaram-se os parâmetros vegetativos, massa de raiz, matéria da parte aérea fresca e seca, sendo esta última obtida por secagem em estufa de circulação forçada, a 65°C por três dias. Quanto aos parâmetros nematológicos, para ambas as espécies determinou-se número de nematoides por sistema radicular, o qual foi dividido pela massa da raiz, obtendo-se o número de

nematoide g^{-1} de raiz. Os nematoides foram extraídos de acordo com as metodologias descritas anteriormente. Para *P. brachyurus* avaliou-se, também, os nematoides em 100 cm^3 de solo, os quais foram extraídos de acordo com a metodologia proposta por Jenkins (1964).

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias à análise de regressão, com 5% de erro. Os dados relativos ao ano de 2012 para *M. javanica* foram submetidos ao teste de Tukey a 1%, decorrentes à perda dos dados referentes aos tratamentos de 50 e 100g de torta no vaso.

Para análise estatística, os dados populacionais de nematoides g^{-1} de raiz de 2011, para *M. javanica*, e no solo, para *P. brachyurus* (2011), foram transformados pela equação de $\sqrt{(x+0,5)}$.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As sementes de soja não germinaram quando se utilizou a dosagem de 100 g de torta de crambe por vaso, independente do experimento. O mesmo ocorreu no tratamento com 50 g de torta no segundo ano do experimento com *M. javanica*. Muitas espécies brássicas, como é o caso da canola (*Brassica napus* L. var. oleífera), da colza (*Brassica napus* L.) e do crambe, são conhecidas por serem potencialmente alelopáticas. De acordo com Chew (1988) apud Eberlein (1998), tais espécies sintetizam grande quantidade de glucosinolatos, que são convertidos em uma variedade de substâncias com potenciais aleloquímicos. Spiassi et al. (2011) também observaram que a incorporação da palhada de crambe reduziu o índice de velocidade de emergência e a quantidade final de plântulas de milho, além de diminuir o comprimento da parte aérea, da raiz e a massa seca da parte aérea das plântulas.

Outro fator que pode ter inativado a germinação das sementes é o processo fermentativo que ocorreu com a torta de crambe fresca, durante o processo de irrigação dos vasos. Segundo Sedyama et al. (2008), a fermentação da matéria orgânica presente nos compostos orgânicos é realizada para reduzir ou inativar os microrganismos patogênicos antes de serem aplicados ao solo, pois os compostos frescos ou não estabilizados podem esquentar e inibir a germinação de sementes e o alongamento de raízes, além de contaminar o operador, o solo e os vegetais.

Nos experimentos com *M. javanica*, constatou-se que a matéria orgânica, oriunda da aplicação da torta de crambe sobre o solo, influenciou positivamente o desenvolvimento vegetativo das plantas de soja, como pode ser observado na Tabela 1, aumentando a massa de raiz (MR), matéria de parte aérea fresca (MF) e seca (MS). De acordo com a análise de regressão, na relação entre MR e doses de torta de crambe, observou-se que o modelo quadrático foi o que melhor se ajustou aos dados relativos ao primeiro ano, a melhor dose seria a de 30g vaso^{-1} . As médias observadas no ano 2012 (Tabela 2) confirmaram a influência positiva das doses crescentes da torta no desenvolvimento vegetativo da soja, pois nos vasos em que foram aplicados 20g vaso^{-1} os dados relativos à massa fresca e massa seca da parte aérea apresentaram os melhores resultados.

Tabela 1. Médias de massa da parte aérea fresca (MF) e seca (MS) e massa de raiz (MR) de soja em função das doses de torta de crambe incorporadas ao solo, no ano de 2011, em plantas inoculadas com *M. javanica*.

Torta de crambe (g)	MF (g)	MS(g)	MR (g)
0	4,46 ¹	1,48 ²	3,56 ³
10	3,83	1,20	8,59
20	9,91	4,16	13,00
50	11,50	5,41	11,04
CV (%)	39,8	65,0	47,8

¹y= 0,15x+4,33; R² = 0,76**

²y= 0,09x+1,34; R² = 0,82**

³y= -0,01x²+0,60x+3,54; R² = 0,99*

**, * = significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente. CV = Coeficiente de variação

Tabela 2. Médias de massa da parte aérea fresca (MF) e seca (MS) e massa de raiz (MR) de soja em função das doses de torta de crambe incorporadas ao solo, no ano de 2012, em plantas inoculadas com *M. javanica*.

Torta de crambe (g)	MF (g)	MS(g)	MR(g)
0	2,16b	0,81b	4,56b
10	6,33b	1,77b	6,73ab
20	11,14a	2,83a	8,27a
CV (%)	50,9	41,2	29,7

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade. CV = coeficiente de variação.

De acordo com Almeida (1988), quando resíduos vegetais são deixados em decomposição sobre o terreno, alguns deles podem perder sua ação alelopática em poucas semanas. Isto pode explicar o efeito positivo da torta sobre o desenvolvimento da soja, observado em três dos quatro experimentos realizados, além da ausência de efeito negativo nas plantas que germinaram normalmente. É possível que a irrigação frequente dos vasos tenha acelerado o processo de decomposição, reduzindo o efeito alelopático do material, como se observa nas Tabelas 1 e 2. Tal hipótese pode ser confirmada ao analisar os resultados obtidos por Santos et al. (1991), os quais mencionaram que em anos relativamente secos e quando a decomposição da palha é lenta, o rendimento, a população final de plantas e a altura de inserção das primeiras vagens de soja foram prejudicados, quando cultivada após a cultura da colza.

No ensaio com *P. brachyurus*, o modelo de regressão linear foi o que melhor explicou a influência de doses de torta de crambe nos parâmetros vegetativos da soja (Tabela 3). Observou-se no ano 1, que a adição de torta de crambe proporcionou incremento

no desenvolvimento vegetativo das plantas de soja, com aumento tanto na parte aérea como na massa de raiz. Por outro lado, no ano 2, não foi observado efeito da aplicação da torta de crambe sobre o desenvolvimento da planta (Tabela 4).

Tabela 3. Médias de massa da parte aérea fresca (MF) e seca (MS) e massa de raiz (MR) de soja em função das doses de torta de crambe incorporadas ao solo, no ano de 2011, em plantas inoculadas com *P. brachyurus*.

Torta de crambe (g)	MF (g)	MS (g)	MR (g)
0	6,14 ¹	1,95 ²	7,83 ³
10	14,63	4,47	14,82
20	14,86	4,88	16,89
50	35,00	10,17	38,81
CV (%)	35,4	37,4	43,2

¹y = 0,56x+6,5; R² = 0,97**

²y = 0,16x+2,20; R² = 0,98**

³y = 0,61x+7,31; R² = 0,98**

** = significativo a 1% de probabilidade. CV = Coeficiente de variação

Tabela 4. Médias de massa da parte aérea fresca (MF) e seca (MS) e massa de raiz (MR) de soja em função das doses de torta de crambe incorporadas ao solo, no ano de 2012, em plantas inoculadas com *P. brachyurus*.

Torta de crambe (g)	MF (g)	MS (g)	MR (g)
0	6,62 ^{ns}	1,24 ^{ns}	15,08 ^{ns}
10	15,86	3,46	12,87
20	22,55	4,85	12,30
50	16,02	2,79	9,48
CV (%)	47,39	58,43	32,29

ns = equações não significativas. CV = Coeficiente de variação

Apesar do desenvolvimento vegetativo das plantas ter aumentado em relação às doses da torta em 2011, a população de *M. javanica* não foi influenciada pela adição da mesma ao solo (Tabela 5). Entretanto, em 2012 (Tabela 6) a população de nematoides encontrada nos vasos com 20g de torta foi significativamente menor quando comparada com os tratamentos com 0 e 10g de torta.

A diferença observada para o controle de *M. javanica* quando se utilizou torta de crambe não é incomum e foi anteriormente discutida por Oka (2010), o qual ressaltou que um dos problemas com o uso deste método de controle de nematoides é sua inconsistência do controle, que pode ser altamente influenciada pela alteração e tipo de solo, temperatura e condições hídricas. Ainda assim, é importante lembrar que a adição de matéria orgânica ao solo traz diversos benefícios, como alterações nas propriedades físicas e químicas do solo,

incluindo saturação por bases, porosidade e condutividade de água, fazendo com que as plantas tenham melhor desenvolvimento e maior tolerância ao ataque destes patógenos (McSORLEY; GALLAHER, 1995).

Tabela 5. *Meloidogyne javanica* por grama de raiz de soja em função de doses de torta de crambe incorporadas ao solo, no ano de 2011.

Torta de crambe (g)	Nematoide g raiz¹
0	5339,1 ^{ns}
10	8347,9
20	24548,6
50	21418,6
CV (%)	33,2

¹Dados originais, transformados pela equação $\sqrt{(x+0,5)}$ para análise estatística.

ns = não significativo. CV = Coeficiente de variação

Tabela 6. *Meloidogyne javanica* por grama de raiz de soja em função de doses de torta de crambe incorporadas ao solo, no ano de 2012.

Torta de crambe (g)	Nematoide g raiz¹
0	13571,4b
10	12716,7b
20	1686,4a
CV (%)	47,8

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade. CV = coeficiente de variação.

Avaliando diferentes fontes de matéria orgânica, Roldi et al. (2013a) observaram que a torta de mamona destacou-se entre as mais eficientes para o controle de *Meloidogyne incognita* (Kofoid e White) Chitwood em tomateiro. Além da torta de mamona, outras já mostraram potencial para o manejo de nematoides, como a torta de algodão, amendoim, girassol e nim que podem ser utilizadas na redução da população de nematoides (DUTRA et al., 2006; LOPES et al., 2008; UMAR; SIMON, 2008; LOPES et al., 2009; DINARDO-MIRANDA; FRACASSO, 2010; TIYAGIA et al., 2011).

A população de *P. brachyurus* no solo, também não foi influenciada pela adição da torta de crambe ao solo em 2011 (Tabela 7). Diferentemente, a sua aplicação promoveu a redução do nematoide em 100 cm³ de solo, em 2012, sendo o modelo de regressão polinomial quadrática o que melhor se ajustou aos dados, e a melhor dose encontrada para o controle dos fitoparasitos no solo foi de 35 g vaso⁻¹.

Tabela 7. *Pratylenchus brachyurus* em 100 cm³ no solo em função das doses de torta de crambe incorporadas ao solo, realizada nos anos de 2011 e 2012.

Torta de crambe (g)	2011¹	2012
0	43,5 ^{ns}	86,0 ²
10	65,7	18,75
20	28,5	0,0
50	0,0	0,0
CV %	69,6	81,2

¹Dados originais, transformados pela equação $\sqrt{(x+0,5)}$ para análise estatística.

² $y = 0,09x^2 - 6,30x + 82,11$; $R^2 = 0,97^*$

ns e * = não significativo e significativo a 5% de probabilidade, respectivamente. CV = Coeficiente de variação

A aplicação da torta de crambe reduziu o número de *P. brachyurus* por grama de raiz de soja em ambos os experimentos (Tabela 8). Semelhantemente, outras fontes de matéria orgânica promoveram redução do nematoide das lesões radiculares. Oliveira et al. (2005) observaram que a aplicação de torta de filtro reduziu a população de *P. brachyurus* no solo em áreas de cultivo de cana-de-açúcar. Segundo os autores, essa redução ocorreu no período de maior pluviosidade, o que acelerou o processo de decomposição da torta no solo, liberando compostos orgânicos, favorecendo a proliferação de inimigos naturais do nematoide e também pela liberação de substâncias tóxicas. Potter et al. (1998) observaram que o uso de resíduos vegetais de várias espécies de brássicas apresentaram efeito nematicida ao *Pratylenchus neglectus* (Rensch) Filipjev e Sch. Stekhoven quando comparado com resíduos de trigo.

Tabela 8. *Pratylenchus brachyurus* (Pb) g de raiz⁻¹ de soja em função das doses de torta de crambe incorporada ao solo, realizada nos anos 2011 e 2012.

Torta de crambe (g)	2011	2012
0	779,0 ¹	1275,1 ²
10	1117,1	437,2
20	604,4	42,1
50	85,4	25,9
C.V %	49,1	72,1

¹ $y = -17,3x + 992$; $R^2 = 0,75^{**}$

² $y = 1,3x^2 - 87,8x + 1250$; $R^2 = 0,99^{**}$

** = significativo a 1% de probabilidade. CV = Coeficiente de variação

Apesar da literatura não trazer informações a respeito da torta de crambe sobre a população de nematoides fitoparasitos, trabalhos demonstraram o potencial de tortas obtidas pela prensagem de sementes de plantas oleaginosas no controle de nematoides (MULLER; GOOCH, 1982), sendo a torta de mamona uma das mais pesquisadas (SINGH et al., 1988; MASHELA; NTHANGENI, 2002; LOPES et al., 2009).

Lopes et al. (2009) obtiveram reduções de 18 e 48% no número de ovos de *M. incognita* em tomateiro tratado com a torta de mamona a 0,5 e 1,0%, respectivamente.

A atividade nematicida também foi comprovada para tortas obtidas de sementes de brássicas. Mazzola et al. (2001) observaram que o uso de torta de sementes de mostarda-castanha (*Brassica juncea* (L.) Coss), mostarda-branca (*Sinapis alba* L.) e colza foram eficientes em controlar *Rhizoctonia solani* Khun e *Pratylenchus penetrans* (Cobb) Chitwood e Oteifa, em pomar de maçã, entretanto, apenas a mostarda-castanha manteve o efeito de supressão do nematoide. O mesmo efeito foi encontrado no trabalho de Reardon et al. (2013), que observaram que torta de mostarda-castanha foi mais eficiente no controle de nematoides presentes no solo, quando comparado com a colza.

As substâncias responsáveis pela redução do nematoide devido à adição de matéria orgânica são variáveis, conforme a espécie ou família botânica do vegetal. A ricina, por exemplo, tem sido apontada como principal substância presente na mamona responsável pelo controle de nematoides (DUTRA et al., 2006). Contudo, no caso da torta do crambe a produção de outras substâncias pode explicar o resultado positivo obtido para o controle do nematoide. Sabe-se que as brássicas liberam, durante o processo de decomposição, compostos sulfurosos, denominados glucosinolatos, incluindo isotiocianatos (ITC), nitrilas, tiocianatos e epinitrilas (MAYTON et al., 1996). Alguns destes compostos apresentaram efeito nematicida, como o alil isotiocianato contra *Globodera rostochiensis* (Wollenweber) Behrens (ELLENBY, 1951) e 2-feniletil glucosinolato contra *Pratylenchus neglectus* (POTTER et al., 1998). O óleo de mostarda (*Brassica campestris* L.) também apresenta concentrações elevadas de alil isotiocianato, possível razão da eficiência deste produto no controle de *M. incognita* (AKHTAR; MAHMOOD, 1993) e *M. javanica* (NEVES et al., 2007).

É importante ressaltar que a quantidade de substâncias nematicidas produzidas difere entre as espécies de brássicas, o que pode interferir nos resultados dos trabalhos. Zasada e Ferris (2004) constataram diferenças nas concentrações de ITC entre espécies de brássicas e observaram que glucosinolatos presentes em brócolos foram insuficientes para o controle de nematoides, ao contrário do que foi observado para mostarda (*Brassica hirta* Moench). Os mesmos autores conferiram a ausência do controle de nematoides à alta volatilização do seu principal componente, o alil isotiocianato.

Vale ressaltar que o aumento da demanda por fontes renováveis de energia, como o biodiesel, irá impulsionar o cultivo de oleaginosas, resultando na disponibilidade de tortas de sementes para o uso agrícola.

4. CONCLUSÃO

Na dosagem de 100 g de torta de crambe por vaso, independente do experimento, não houve germinação das sementes de soja. O mesmo ocorreu no tratamento com 50 g de torta no segundo ano do experimento com *M. javanica*.

O aumento das doses da torta de crambe aplicada nos vasos influenciou positivamente no desenvolvimento vegetativo da soja.

As doses crescentes de torta de crambe nos vasos de soja promoveram redução da população de *M. javanica*, no segundo ano do experimento, e sobre a população de *P. brachyurus* nos dois anos em que os ensaios foram conduzidos.

5. REFERÊNCIAS

- AKHTAR, M., MAHMOOD, I. Control of plant-parasitic nematodes with 'nimin' and some plant oils by bare-root dip treatment. **Nematologia Mediterranea**, Aligarh, v.21, p.89-92, 1993.
- ASMUS, G.L.; ISHIMI, C.M. Flutuação populacional de *Rotylenchulus reniformis* em solo cultivado com algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.1, p.51-57, 2009.
- ALMEIDA, F.S. **A alelopatia e as plantas**. Londrina: IAPAR. 1988. 60p.
- ARAÚJO, F.F.; GENTIL, G.M. Ação do lodo de curtume no controle de *Meloidogyne* spp. e na nodulação em soja. **Revista Ceres**, Viçosa, v.57, n.5, p.629-632, 2010.
- CHIAMOLERA, F.M., DIAS-ARIEIRA, C.R.; SOUTO, E.R.; BIELA, F.; CUNHA, T.P.L.; SANTANA, S.M.; PUERARI, H.H. Suscetibilidade de culturas de inverno a *Pratylenchus brachyurus* e atividade sobre a população do nematoide na cultura do milho. **Nematropica**, Auburn, v.42, p.267-275, 2012.
- COLE, R.A. Isothiocyanates, nitriles and thiocyanates as products of autolysis of glucosinolates in Cruciferae. **Phytochemistry**, v.15, p.759-762, 1976.
- COOLEN, W.A.; D'HERDE, C.J.A. **Method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue**. Ghent, Belgium: State Nematology and Entomology Research Station. 1972.
- COSTA, M.J.N.; PASQUALLI, R.M.; PREVEDELLO, R. Efeito do teor de matéria orgânica do solo, cultura de cobertura e sistema de plantio no controle de *Pratylenchus brachyurus* em soja. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.40, n.1, p.63-70, 2014.
- DINARDO-MIRANDA, L.L.; FRACASSO, J.V. Efeito da torta de mamona sobre populações de nematoides fitoparasitos e a produtividade da cana-de-açúcar. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.34, n.1, p. 68-71, 2010.
- DOURADO, D.P.; LIMA, F.S.O.; MURASHI, C.T. Uso de diferentes resíduos orgânicos em solos cultivados com cenoura e infestados por nematoides de galha. **Revista Integralização Universitária**, Palmas, v.7, n.9, p.157-161, 2013.
- DUTRA, M.R., PAIVA, B.R.T.L.; MENDONÇA, P.L.P.; GONZAGA, A.; CAMPOS, V.P.; CASTRO-NETO, P.; FRAGA, A.C. Utilização de silicato de cálcio e torta de mamona no controle do nematoide *Meloidogyne exigua* em cafeeiro irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2, 2006, Aracaju. **Anais...**, Aracaju SE: Embrapa Algodão. CD-Rom.
- EBERLEIN, C.V.; MORRA, M.J.; GUTTIERI, M.J. BROWN, P.D.; BROWN, J. Glucosinolate production by five field-crown *Brassica napus* cultivars used as green manures. **Weed Technology**, Washington, v.12, p. 712-718, 1998.

ELLENBY, C. Mustard oils and control of the potato-root eelworm, *Heterodera rostochiensis* wollenweber - further field experiments. **Annals of Applied Biology**, Warwick, v.38, n.4, p.859-875, 1951.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Embrapa Solos, 2013, 306p.

FERRAZ, L.C.C.B. O nematoide *Pratylenchus brachyurus* e a soja sob plantio direto. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, n. 96, p.23-27, 2006. Disponível em: http://www.plantiodireto.com.br/?body=cont_int&id=745. Acesso em 15 de agosto de 2013.

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

INOMOTO, M.M. Avaliação da resistência de 12 híbridos de milho a *Pratylenchus brachyurus*. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v.36, p.308-312, 2011.

INOMOTO, M.M. Host status of graminaceous cover crops for *Pratylenchus brachyurus*. **Plant Disease**, v.94, n.8, p.1022-1025, 2010.

JENKINS, W.R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Report**, Beltsville, v.48, p.692, 1964.

KAPLAN, M.; NOE, J.P.; HARTEL, P.G. The role of microbes associated with chicken litter in suppression of *Meloidogyne arenaria*. **Journal of Nematology**, v.24, n.4, p.522-527, 1992.

LOPES, E.A., FERRAZ, S.; DHINGRA, O.D.; FERREIRA, P.A.; FREITAS, L.G. Soil amendment with castor bean oilcake and jack bean seed powder to control *Meloidogyne javanica* on tomato roots. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.33, p.106-109, 2009.

LOPES, E.A.; FERRAZ, S.; FREITAS, L.G.; FERREIRA, P.A. Controle de *Meloidogyne javanica* com diferentes quantidades de torta de nim (*Azadirachta indica*). **Revista Trópica**, Chapadinha, v.2, n.1, p. 17-21, 2008.

MACHADO, M.F.; BRASIL, A.N.; OLIVEIRA, L.S.; NUNES, D.L. **Estudo do crambe (*Crambe abyssinica*) como fonte de óleo para produção de biodiesel**. Itaúna/MG – UFMG, 2007. Disponível em: <<http://www.biodiesel.gov.br/docs/congresso2007/agricultura/39.pdf>> Acesso em 7 de novembro de 2010.

MASHELA, P.W.; NTHANGENI, M.E.. Efficacy of *Ricinus communis* fruit meal with and without *Bacillus* species on suppression of *Meloidogyne incognita* and growth of tomato. **Journal of Phytopathology**, Weinheim, v.150, p.399-402, 2002.

MAYTON, H.S.; CLAUDIA, O.; VAUGHN, S.F.; LORIA, R. Correlation of fungicidal activity of *Brassica* species with allyl isothiocyanate production in macerated leaf tissue. **Phytopathology**, v.86, p.267-271, 1996.

- MAZZOLA, M., GRANATSTEIN, D.M., ELFVING, D.C., MULLINIX, K. Suppression of specific apple root pathogens by *Brassica napus* seed meal amendment regardless of glucosinolate content. **Phytopathology**, v.91, p.673-679, 2001.
- MAZZOLA, M., ZHAO, X., COHEN, M.F., RAAIJMAKERS, J.M. Cyclic lipopeptide surfactant production by *Pseudomonas fluorescens* ss101 is not required for suppression of complex *Pythium* spp. populations. **Phytopathology**, v.97, p.1348-1355, 2007.
- McSORLEY, R.; GALLAHER, R.N. Cultural practices improve crop tolerance to nematodes. **Nematropica**, Auburn, v.25, p.53-60, 1995.
- MOHAN, K. Comparison of inorganic and organic nematicides on the population of soil nematodes in hybrids of *Saccharum* species. **Journal of Biopesticides**, v.4, n.2, p.201-204, 2011.
- MULLER, R.; GOOCH, P.S. Organic amendments in nematode control. An examination on the literature. **Nematropica**, Auburn, v.12, p.319-326, 1982.
- NEVES, W.S., FREITAS, L.G.; COUTINHO, M.M.; PARREIRA, D.F.; FERRAZ, S.; COSTA, M.D. Biofumigação do solo com espécies de brássicas para o controle de *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.31, n.3, p. 195-201. 2007.
- OKA, Y. Mechanisms of nematode suppression by organics oil amendments-A review. **Applied Soil Ecology**, v.44, p.101-115, 2010.
- OLIVEIRA, F.S.; ROCHA, M.R.; REIS, A.J.S.; MACHADO, V.O.F.; SOARES, R.A.B. Efeito de produtos químicos e naturais sobre a população de nematóide *Pratylenchus brachyurus* na cultura da cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.35, n.3, p.171-178, 2005.
- 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, p.67-80, 1998.
- REARDON, C.L.; STRAUSS, S.L.; MAZZOLA, M. Changes in available nitrogen and nematode abundance in response to Brassica seed meal amendment of orchard soil. **Soil Biology e Biochemistry**, v.57, p.22-29, 2013.
- RODRIGUES, D.B., DIAS-ARIEIRA, C.R.; VEDOVETO, M.V.V.; ROLDI, M.; MOLIN, H F.D.; ABE, V.H.F. Sucessão de culturas no manejo de *Pratylenchus brachyurus* em soja. **Nematropica**, Auburn, v.43, p.79-93, 2014.
- RODRÍGUEZ-KÁBANA, R. Organic and inorganic nitrogen amendments to soil as nematode suppressants. **Journal of Nematology**, v.18, n.2, p.192-135, 1986.
- ROLDI, M., DIAS-ARIEIRA, C.R.; SEVERINO, J.J.; SANTANA, S.M.; DADAZIO, T.S.; MARINI, P.M.; MATTEI, D. Use of organic amendment to control *Meloidogyne incognita* on tomatoes. **Nematropica**, Auburn, v.43, p.49-55, 2013a.

- ROLDI, M.; DIAS-ARIEIRA, C.R.; ABE, V.H.F.; MATTEI, D.; SEVERINO, J.J.; RODRIGUES, D.B.; FELIX, J.C. Agro industrial waste and sewage sludge can control *Pratylenchus brachyurus* in maize. **Acta Agriculturae Scandinavica**, v.63, p.283-287, 2013b.
- SANTOS, B.H.C.; RIBEIRO, R.C.F.; XAVIER, A.P.; SANTOS NETO, J.A.; MOTA, V.J.G. Controle de *Meloidogyne javanica* em mudas de bananeira 'prata-anã' por compostos orgânicos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.35, n.2, p.650- 656, 2013.
- SANTOS, H.P.; VIEIRA, S.A.; PEREIRA, L.R.; ROMAM, E.S. Efeito de sistemas de cultivo no rendimento de grãos e outras características agrônômicas das plantas de soja **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, p. 1539-1549, 1991.
- SEDIYAMA, M.A.N.; VIDIGAL, S.M.; PEDROSA, M.W.; PINTO, C.L.O.; SALGADO, L.T. Fermentação de esterco de suínos para uso como adubo orgânico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.12, n.6, p.638-644, 2008.
- SINGH, S.K., KHAN, M.R.; KHAN, A.A. Effect of organic soil amendment on rhizosphere fungi and root-knot nematode on eggplant cv. PPL. **Indian Journal of Applied and Pure Biology**, v.3, p.103-106, 1988.
- SOUZA, A.D.V; FÁVARO, S.P.; ÍTAVO, L.C.V.; ROSCOE, R. Caracterização química de sementes e tortas de pinhão-manso, nabo-forrageiro e crambe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.10, p.1328-1335, 2009.
- SPIASSI, A.; FORTES, A.M.T.; PEREIRA, D.C.; SENEM, J.; TOMAZONI, D. Alelopatia de palhadas de coberturas de inverno sobre o crescimento inicial de milho. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.32, n.2, p.577-582, 2011.
- TIYAGIA, S.A.; MAHMOODA, I.; KHANA, Z.; AHMAD, H. Biological control of soil-pathogenic nematodes infecting mungbean using *Pseudomonas fluorescens*. **Archives of Phytopathology and Plant Protection**, v.44, n.18, p. 1770-1778, 2011.
- UMAR, I.; SIMON, S.Y. The effect of oil seed cakes and ploughing against plant parasitic nematodes on cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). **Agricultural Journal**, v.3, n.5, p.349-352, 2008.
- VEDOVETO, M.V.V.; DIAS-ARIEIRA, C.R.; RODRIGUES, D.B, ARIEIRA, J.O.; ROLDI, M., SEVERINO, J.J. Adubos verdes no manejo de *Pratylenchus brachyurus* em soja. **Nematropica**, Auburn, v.43, n.2, p.226-232, 2013.
- VIEIRA, R.S.; RITZINGER, C.H.S.P.; RITZINGER, R.; LUQUINE, L.S.; SANTOS, J.F.; CRUZ, E.S.; LEDO, C.A.S. Manipueira e urina de vaca no manejo de mudas de aceroleira infestadas por *Meloidogyne javanica*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 21, 2010, Natal. Frutas: saúde, inovação e responsabilidade. **Anais...** Natal: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2011.
- YORINORI, J.T. Riscos de surgimento de novas doenças na cultura da soja. In: CONGRESSO DE TECNOLOGIA E COMPETIVIDADE DA SOJA NO MERCADO GLOBAL, 1., 2000, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: Fundação MT, 2000. p. 165-169.

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

CAPÍTULO 4

Desenvolvimento embrionário e eclosão de juvenis de *Meloidogyne javanica* expostos a extratos aquosos e metanólicos da parte aérea do crambe

Desenvolvimento embrionário e eclosão de juvenis de *Meloidogyne javanica* expostos a extratos aquosos e metanólicos da parte aérea do crambe

RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito dos extratos aquoso e metanólico da parte aérea do crambe sobre o desenvolvimento embrionário e eclosão de juvenis de *M. javanica*. Os ensaios foram conduzidos em casa de vegetação e no Laboratório de Fitopatologia, na Universidade Estadual de Maringá, Campus Regional de Umuarama. Sementes de crambe foram semeadas em vasos de plásticos e mantidos em casa de vegetação até a fase de florescimento (50 dias após semeadura), sendo colhida apenas a parte aérea das plantas, secas e moídas. O extrato da parte aérea do crambe foi obtido pela adição de 1 kg do pó de crambe em 1 L de água destilada, mantido em repouso por 48 horas e filtrado, para obtenção do extrato aquoso. Para o extrato metanólico, 1 kg do pó foi adicionado em 1 L de metanol, com repouso por 48 h. O material foi filtrado e o solvente eliminado por destilação à pressão reduzida em evaporador rotatório. Foram realizadas avaliações do desenvolvimento embrionário de *M. javanica* utilizando-se população pura mantida em tomateiros. Os ovos foram extraídos e quantificados para determinação do número de ovos e eventuais J2 e o estágio de desenvolvimento embrionário dos ovos. Um mL do inóculo de nematoides foi depositado em placas de Petri, contendo 10,0 mL dos extratos (aquoso ou metanólico) nas concentrações de 0 (água), 100, 200, 300, 400 e 500ppm, e as placas foram acondicionadas em bandeja plástica e mantidas em BOD. As avaliações foram realizadas aos 3 e 7 dias após a instalação apenas para o ensaio 1, e aos 7 dias para o ensaio 2. Para todos os ensaios, o delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com seis tratamentos e quatro repetições. O desenvolvimento embrionário de *M. javanica* não foi afetado pela exposição ao extrato aquoso nos dois períodos avaliados. Para o extrato metanólico, a concentração de 300ppm apresentou menor porcentagem de ovos no estágio J2 aos 3 dias da avaliação, não sendo o mesmo constatado na avaliação seguinte. A taxa de eclosão dos juvenis de *M. javanica*, foi menor na concentração de 300ppm de extrato aquoso, no terceiro dia do primeiro ensaio e o extrato metanólico não influenciou na eclosão dos juvenis em nenhuma das épocas avaliadas. No segundo ensaio, a taxa de eclosão não foi influenciada pelos extratos aquoso e metanólico.

Palavras-chave: Brássica, nematoide das galhas, *Crambe abyssinica*, reprodução.

Embryonic development and hatching of juveniles of *Meloidogyne javanica* exposed to aqueous and methanolic extracts obtained from the aerial part of crambe plant

ABSTRACT

The present study aimed to assess the effect of aqueous and methanolic extracts from the aerial part of a crambe plant on the embryonic development and hatching of juveniles of *M. javanica*. The experiments were conducted in greenhouse and at the Plant Pathology Laboratory, at Universidade Estadual de Maringá, Campus Regional de Umuarama. Crambe seeds were sown in plastic pots and kept in greenhouse until flowering (50 days after sowing). Only the aerial part of the dried and milled plants was collected. The extract from the aerial part of the crambe was obtained by adding 1 kg of crambe powder to 1 l of distilled water, left to rest for 48 hours and filtered to obtain the aqueous extract. For the methanolic extract, 1 kg of crambe powder was added to 1l of methanol and left to rest for 48 hours. The material was filtered and the solvent eliminated by distillation under reduced pressure in rotary evaporator. Assessments of the embryonic development of *M. javanica* were made with the use of a pure population kept on tomato plants. The eggs were extracted and quantified for determination of the number of eggs and possible J2 juveniles, and the stage of embryonic development of the eggs. One mL of inoculum of nematodes was placed on Petri dishes containing 10.0 mL of the extracts (aqueous or methanolic) at the concentrations of 0 (water), 100, 200, 300, 400 and 500 ppm, and the plates were placed on trays and kept in B.O.D. The assessments were performed 3 and 7 days after the installation for experiment 1 and 7 days after installation for experiment 2. Entirely randomized experimental design was used in all the trials, with six treatments and four replications. The embryonic development of *M. javanica* was not affected by exposure to the aqueous extract in the two assessed periods. For the methanolic extract, the concentration of 300ppm showed the lowest percentage of eggs in the stage J2 on day 3 of assessment, which was not observed in the subsequent assessment. The number of hatched juveniles of *M. javanica* was lower at the concentration of 300ppm of aqueous extract on the third day of the first experiment, and the methanolic extract did not affect juvenile hatching in any of the assessed periods. In the second experiment, the number of juveniles hatched was not influenced by the aqueous and methanolic extracts.

Keywords: Brassica, root-knot nematode, *Crambe abyssinica*, reproduction.

1. INTRODUÇÃO

O nematoide das galhas *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood destaca-se entre as espécies de parasitos de grande importância para a cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill), sendo encontrado na maioria das áreas cultivadas, causando perdas elevadas na produção (YORINORI, 2000) em regiões de clima tropical e subtropical (HUNT et al., 2005). Segundo Dias-Arieira et al. (2003), em países de clima tropical, os nematoides das galhas encontram condições favoráveis para reprodução, como umidade e temperatura.

No Brasil, os nematoides predominam na maioria das regiões produtoras de soja, causando prejuízos que vão se agravando à medida que as áreas de cultivo vão se expandindo (ANTÔNIO, 1992; DIAS et al., 2000; DIAS-ARIEIRA et al., 2003). Contribui para isso, a alta capacidade reprodutiva desses nematoides (CARNEIRO et al., 2007), elevando rapidamente a população no campo. Em levantamento das áreas de produção de soja no Paraná, Franzener et al. (2005) observaram que das 21 cidades avaliadas, 19 continham as espécies *Meloidogyne incognita* (Kofoid e White) Chitwood e *M. javanica*. Apesar da escassez de dados recentes a respeito dos prejuízos causados por tais espécies, Antônio e Oliveira (1989) registraram perdas de 18% na produção de grãos de soja, em reboleiras infestadas por *M. javanica*, em Pedrinhas Paulista-SP. Os mesmos autores citaram que, em outras propriedades da região, no ano anterior, as perdas haviam sido de aproximadamente 56%.

Entre as técnicas de controle para o nematoide, é recomendado o emprego de cultivares resistentes, incorporação de matéria orgânica, emprego de plantas antagônicas, rotação ou sucessão de culturas com plantas não hospedeiras (OLIVEIRA et al., 2005).

Várias cultivares de soja resistentes ou moderadamente resistentes aos nematoides das galhas estão disponíveis no mercado, porém, quase todas são descendentes de uma única fonte de resistência, a cultivar norte-americana 'Bragg'. Dessa forma, como os níveis de resistência dessas cultivares não são muito altos em solos com populações elevadas do nematoide, o cultivo deverá ocorrer em sucessão a uma cultura não hospedeira da espécie de *Meloidogyne* predominante na área (EMBRAPA, 2010).

Uma opção ao cultivo em sucessão à soja é o emprego de plantas antagonistas aos nematoides no sistema de rotação ou sucessão de culturas, sendo considerada uma das mais eficientes técnicas de manejo alternativo de patógenos do solo utilizados na agricultura

(ASMUS et al., 2001; BETTIOL; GHINI, 2005; INOMOTO et al., 2006; CARNEIRO et al., 2007). Muitas espécies de brassicáceas, como canola (*Brassica napus* var. oleífera L.) e colza (*Brassica napus* L.) são conhecidas por serem potencialmente nematicidas. De acordo com Chew (1988) apud Eberlein (1998), espécies do gênero *Brassica* sintetizam grande quantidade de compostos sulfurosos, como o glucosinolatos (RIZZARDI et al., 2008), que são convertidos em uma variedade de compostos com potenciais nematicidas, incluindo tiocianatos e nitrilas (ZASADA; FERRIS, 2003; NEVES et al., 2008b).

Uma das formas de ação dos compostos liberados pelas plantas é sobre a eclosão e o processo de liberação do juvenil a partir do ovo. No caso de nematoides, a eclosão pode ser espontânea em decorrência da finalização do desenvolvimento embrionário, ou necessitar de um estímulo para eclodirem (DIAS-ARIEIRA et al., 2008). O uso de substâncias que estimulem a eclosão na ausência de hospedeiro pode matar o patógeno de inanição (PERRY, 1987), interrompendo o ciclo de reprodução.

O estímulo para a eclosão é através de exsudados de plantas, como os excretados pelas raízes (ROCHA; CAMPOS, 2004), ou pela decomposição de resíduos vegetais, na qual ocorre a liberação gradativa de uma série de compostos orgânicos (CORREA et al., 2006), que podem ter ação nematicida ou nematostática (ROCHA; CAMPOS, 2004).

Outra possibilidade de manejo com plantas antagonistas é sobre a inibição da eclosão dos juvenis, pois, quanto maior o tempo após a exposição ao estímulo, maior será o consumo de lipídeos presentes no ovo. Em virtude disso, juvenis que demoram a eclodir apresentam infectividade e desenvolvimento prejudicados, quando comparados aos nematoides que eclodem logo após a exposição (DIAS-ARIEIRA et al., 2008).

Neves et al. (2005) estudaram a eclosão de juvenis de *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood na presença de extrato cetônico de mostarda (*Brassica campestris* L.) e óleo de mostarda, como resultado observaram que o óleo inibiu a eclosão de juvenis em todas as concentrações avaliadas, porém o extrato não apresentou a mesma eficiência. Neves et al. (2008a) relataram inibição de 95% da eclosão de juvenis de *M. javanica* e 100% *M. incognita* na presença de extrato de semente de mamão (*Carica papaya* L.), também rico em glucosilonato.

Presente ao exposto objetivou-se avaliar o efeito dos extratos aquoso e metanólico da parte aérea do crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) sobre o desenvolvimento embrionário e eclosão de juvenis de *M. javanica*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram conduzidos em casa de vegetação e no Laboratório de Fitopatologia, na Universidade Estadual de Maringá, Campus Regional de Umuarama – Umuarama (PR). Para a obtenção de extratos vegetais, o crambe foi semeado em vasos de plástico com 20 L de capacidade, contendo como substrato solo classificado como Latossolo Vermelho distrófico típico de textura arenosa (EMBRAPA, 2013) e mantidos em casa de vegetação.

A coleta da parte aérea (folhas, flores e caule) para extração de substâncias químicas foi realizada quando as plantas se apresentaram na fase de florescimento, aproximadamente aos 50 dias de cultivo. O material vegetal coletado foi seco em estufa de circulação forçada, a 40°C, por 48h e triturado em moinho de facas tipo Willye para obtenção de pó, e armazenado em vidros hermeticamente fechados.

Um quilograma (1 kg) da parte aérea do crambe, seco e triturado foi adicionado em um litro (1 L) de água destilada e mantido em repouso por 48 horas e posteriormente filtrado, para obtenção do extrato aquoso.

Para a obtenção do extrato metanólico, 1 kg do material vegetal foi submetido à extração com metanol a frio, mantendo o pó triturado submerso em 1 L de metanol e deixado em repouso por 48 h. Após este tempo, filtrou-se o material e o solvente foi eliminado por destilação à pressão reduzida em evaporador rotatório.

Em ambos os extratos, as concentrações avaliadas foram 0 (água), 100, 200, 300, 400 e 500 ppm.

Ensaio 1: Avaliação do desenvolvimento embrionário.

Os ensaios foram desenvolvidos no mês de dezembro de 2013, para ambos os extratos (aquoso e metanólico), em delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos e quatro repetições.

Utilizou-se população de *M. javanica*, mantida em tomateiros em casa de vegetação. Os ovos dos nematoides foram extraídos das raízes de tomateiros pelo método de Hussey e Barker, modificado por Boneti e Ferraz (1981). Estes foram quantificados em câmara de Peters, sob microscópio óptico para determinar o número de ovos e eventuais J2 e o estágio de desenvolvimento embrionário dos ovos.

Para montagem do ensaio, 1 mL do inóculo de nematoides foi depositado em placas de Petri, contendo 10,0 mL dos extratos (aquoso ou metanólico) nas concentrações de 0 (água), 100, 200, 300, 400 e 500ppm.

As placas foram colocadas em bandeja plástica, contendo uma fina lâmina d'água, para manter a umidade, fechadas com filme plástico e mantidas em estufa com temperatura de $\pm 26^{\circ}\text{C}$ em BOD (Demanda Bioquímica de Oxigênio).

As avaliações foram realizadas aos 3 e 7 dias após a instalação dos ensaios, onde se determinou o percentual de ovos que se encontrava em diferentes estádios de desenvolvimento, sendo classificados como unicelulares (com uma célula), duas células, quatro células, multicelulares, juvenis de segundo estágio (J2 ovo) e J2 eclodidos.

Ensaio 2: Avaliação da eclosão

Os ensaios foram desenvolvidos no mês de dezembro de 2013 (ensaio 1) e em setembro de 2014 (ensaio 2), para ambos os extratos, em delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos e quatro repetições, seguindo a mesma metodologia descrita anteriormente.

A avaliação da eclosão foi realizada aos 3 e 7 dias após instalação do ensaio no ensaio 1 e aos 7 dias no ensaio 2.

O cálculo da porcentagem de eclosão de juvenis foi feito pela fórmula: Porcentagem de eclosão = $[\text{número de juvenis eclodidos} * 100 / (\text{número total de ovos} + \text{juvenis encontrados na placa})]$.

Em ambos os ensaios os dados foram submetidos à análise de variância e as médias a análise de regressão, a 5% de erro. Para análise estatística do desenvolvimento embrionário e porcentagem de juvenis eclodidos (extrato metanólico), os dados foram transformados pela $\sqrt{(x+1)}$.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A imersão de ovos no extrato aquoso de crambe não afetou o desenvolvimento embrionário de *M. javanica* no ensaio 1 (Tabela 1). Dessa forma, não houve ajuste de equações para a porcentagem de ovos em estágio unicelular, com duas, quatro e multicelulares, ou juvenis formados no interior dos ovos.

Tabela 1. Porcentagem de ovos de *M. javanica* em estágio unicelular (uni), com duas (bi) ou quatro (tetra) células, multicelulares (multi) ou com juvenis de segundo estágio (J2 ovo), após três e sete dias de exposição a concentrações de extrato aquoso de crambe, realizado em duas épocas distintas no Ensaio 1.

Concentração (ppm)	3º Dia				
	Uni ¹	Bi ¹	Tetra ¹	Multi ¹	J2 ovo ¹
0	24,3 ^{ns}	50,0 ^{ns}	41,0 ^{ns}	114,5 ^{ns}	91,2 ^{ns}
100	24,3	8,3	27,3	94,7	70,7
200	15,4	16,7	34,1	107,9	97,2
300	19,8	16,7	6,8	152,6	63,9
400	15,4	41,7	6,8	96,0	86,9
500	17,6	33,3	13,7	101,3	81,0
CV (%)	48,8	87,2	112,9	16,4	12,3

Concentração (ppm)	7º Dia				
	Uni ¹	Bi ¹	Tetra ¹	Multi ¹	J2 ovo ¹
0	168,7 ^{ns}	6,2 ^{ns}	12,5 ^{ns}	185,6 ^{ns}	71,8 ^{ns}
100	64,6	0,0	12,5	139,7	87,5
200	41,7	50,0	25,0	108,9	52,4
300	31,2	100,0	25,0	53,7	98,2
400	12,5	37,5	0,0	116,9	92,4
500	50,0	0,0	25,0	106,2	96,4
CV (%)	85,7	132,9	139,4	30,9	23,5

¹Dados originais, transformados pela equação $\sqrt{(x+1)}$ para análise estatística.
ns = não significativo. CV = Coeficiente de variação.

No ensaio com extrato metanólico (Tabela 2) apenas juvenis de segundo estágio no ovo (J2 ovo), no 3º dia após a exposição ao extrato, apresentou diferença entre os tratamentos e o modelo de regressão quadrático foi o que melhor se ajustou aos dados. A menor porcentagem de ovos no estágio J2 foi observada na concentração de 300 ppm (15,6%) e a maior porcentagem de ovos no estágio J2 foi observado na concentração de 500ppm (34,0%), porém essa diferença não foi constatada na avaliação 7 dias do ensaio.

As demais fases embrionárias avaliadas tanto no 3º, quanto no 7º dia de ensaio não foram influenciadas pelas concentrações do extrato metanólico de crambe. Observa-se ainda a rápida evolução no desenvolvimento de *M. javanica*, independente do extrato. No 3º dia do

ensaio, foram identificadas presença de ovos do nematoide na fase unicelular nas placas, e na contagem seguinte (7 dias) só foram registradas de ovos a partir de multicelulares.

Ovos com células e embriões em diversos estádios de desenvolvimento são comumente encontrados nas massas de ovos e, na suspensão de ovos extraídos dessas massas, causando grande variação na eclosão ao longo do tempo. Diante disso, a uniformidade da eclosão dos J2 ao longo do período de incubação dos ovos pode facilitar o manejo dos mesmos no solo (SALGADO; CAMPOS, 2003).

Tabela 2. Porcentagem de ovos de *M. javanica* em estágio unicelular (uni), com duas (bi) ou quatro (tetra) células, multicelulares (multi) ou com juvenis de segundo estágio (J2 ovo), após três e sete dias de exposição a concentrações de extrato metanólico de crambe, realizado em duas épocas distintas, no ensaio 1.

Concentração (ppm)	3º Dia				
	Uni ¹	Bi ¹	Tetra ¹	Multi ¹	J2 ovo ¹
0	4,7 ^{ns}	0,0 ^{ns}	0,0 ^{ns}	53,3 ^{ns}	21,2*
100	4,7	0,0	0,0	21,7	22,6
200	4,7	0,0	0,0	37,5	17,0
300	9,4	0,0	0,0	13,8	15,6
400	9,4	0,0	0,0	41,5	18,4
500	0,0	0,0	0,0	27,6	34,0
CV (%)	103,76	0,0	0,0	19,40	31,3 ²

Concentração (ppm)	7º Dia				
	Uni	Bi	Tetra	Multi ¹	J2 ovo ¹
0	0,0 ^{ns}	0,0 ^{ns}	0,0 ^{ns}	63,7 ^{ns}	126,5 ^{ns}
100	0,0	0,0	0,0	127,1	85,8
200	0,0	0,0	0,0	34,8	156,2
300	0,0	0,0	0,0	243,7	123,0
400	0,0	0,0	0,0	20,2	73,0
500	0,0	0,0	0,0	50,0	24,2
CV (%)	0,0	0,0	0,0	42,0	60,5

¹Dados originais, transformados pela equação $\sqrt{(x+1)}$ para análise estatística.

² $y = 0,0002x^2 - 0,0791x + 24,121 - R^2 = 75\%$

*e ns = significativo a 5% de probabilidade e não significativo. CV = Coeficiente de variação.

Aos 3 dias de ensaio, a taxa de eclosão de J2 no extrato aquoso, no ensaio 1 (Tabela 3) foi influenciada pelas diferentes concentrações do extrato. A concentração de 300 ppm, reduziu a eclosão dos J2 (17,9%) comparado com a concentração de 0 ppm (28,6%) que apresentou a maior porcentagem.

Os dados corroboram com Neves et al. (2008a), que relataram redução na eclosão de *M. javanica* e *M. incognita* depois de dezesseis dias de imersão dos nematoides em extrato aquoso de semente de mamão quando comprado com a testemunha (água).

Segundo Zasada e Ferris (2003) os compostos produzidos por vegetais da família Brassicacea agem como defesa na presença de insetos e outros patógenos. Segundo os autores, os produtos formados pela degradação dos compostos são conhecidamente tóxicos aos nematoides.

Aos 7 dias do ensaio (Tabela 3), não foi observado diferença significativa entre as concentrações do extrato aquoso. O mesmo foi observado no ensaio com extrato metanólico, em que a taxa de eclosão não apresentou diferença significativa, independente da época de avaliação.

Tabela 3. Porcentagem de juvenis (J2) de *M. javanica* eclodidos após três e sete dias de exposição a concentrações de extrato aquoso e metanólico de crambe, realizado em duas épocas distintas, no Ensaio 1.

Concentrações (ppm)	Extrato aquoso (%)		Extrato metanólico (%)	
	3º Dia ²	7º Dia	3º Dia ¹	7º Dia ¹
0	28,6**	30,2 ^{ns}	22,6 ^{ns}	14,9 ^{ns}
100	21,9	39,5	27,0	2,8
200	21,6	36,6	28,5	7,2
300	17,9	45,8	54,9	21,3
400	21,6	42,5	32,8	45,1
500	25,8	35,3	28,8	29,4
CV (%)	19,5	22,6	22,6	65,4

¹Dados originais, transformados pela equação $\sqrt{(x+1)}$ para análise estatística.

² $y = 0,0001x^2 - 0,0683x + 28,425 - R^2 - 91,2\%$

**e ns = significativo a 1% de probabilidade e não significativo. CV = Coeficiente de variação.

No segundo ensaio, o desenvolvimento embrionário não foi avaliado, uma vez que os extratos não interferiram neste parâmetro. A taxa de eclosão dos nematoides (Tabela 4) não foi influenciada pelos extratos aquosos e metanólicos, aos 7 dias de ensaio.

Insunza et al. (2001), notaram que extratos aquosos de raízes e da parte aérea (folhas e flores) de *B. campestris* apresentaram atividade nematicida sobre *Xiphinema americanum* Cobb após 24 horas de exposição, porém somente o extrato obtido das raízes apresentou eficiência, quando utilizado em concentração de 25% do extrato inicial.

Tabela 4. Porcentagem de juvenis (J2) de *M. javanica* eclodidos após sete dias de exposição a concentrações de extrato aquoso e metanólico de crambe, no Ensaio 2.

Concentração (ppm)	Extrato aquoso	Extrato metanólico
	(%)	
0	55,3 ^{ns}	50,2 ^{ns}
100	45,3	40,5
200	36,8	33,8
300	48,3	49,9
400	50,8	46,6
500	55,7	51,0
CV(%)	41,6	49,7

ns = não significativo. CV = Coeficiente de variação.

Os dados obtidos no presente estudo mostram que nas concentrações avaliadas, os extratos aquosos e metanólicos da parte aérea do crambe não influenciaram no desenvolvimento embrionário e eclosão de juvenis de *M. javanica*. Possivelmente a diluição utilizada nos extratos (500 ppm) não foi suficiente para agir na eclosão e desenvolvimento embrionário do nematoide.

Katooli et al. (2011) observaram que o extrato alcoólico (1000 ppm) de colza promoveu maior taxa de eclosão (49,3%) de *M. incognita*, quando comparado com artemisia (*Artemisia annua* L.) (32,7%), cinamomo (*Melia azedarach* L.) (38,46%) e mamona (*Ricinus communis* L.) (41,67%), confirmando o potencial de várias espécies vegetais com atividade nematicida.

Lazzeri et al. (1993) investigaram o efeito de glucosinolatos e de seus produtos sobre o nematoide *Heterodera schachtii* Schmidt, observando que alil isotiocianato causou a morte de 100% dos nematoides após 96 horas de exposição ao produto in vitro. Segundo Donkin et al. (1995) o extrato aquoso de sementes de crambe apresenta baixo peso molecular e sua toxicidade ao *Caenorhabditis elegans* só foi confirmada em concentrações elevadas, próximo a 80.000 ppm. Neves et al. (2008b) observaram que em concentrações mais elevadas (1000 ppm) do extrato cetônico de mostarda a mortalidade de *M. javanica* não diferiu do tratamento com água, 2,6% e 4,8%, respectivamente. Entretanto, quando a concentração foi reduzida (400 ppm), o extrato de mostarda apresentou efeito nematicida, 26,6% de mortalidade de juvenis, quando comparado com a água, 7,8% de mortalidade.

4. CONCLUSÃO

O desenvolvimento embrionário de *M. javanica* não foi afetado pelas concentrações do extrato aquoso da parte aérea do crambe nos dois períodos avaliados. No ensaio com extrato metanólico, na avaliação do terceiro dia de exposição, a concentração de 300ppm apresentou menor porcentagem de ovos no estágio J2, porém essa diferença não foi constatada na avaliação 7 dias do ensaio.

Na avaliação da taxa de eclosão dos juvenis de *M. javanica*, a concentração de 300ppm de extrato aquoso do crambe apresentou menor taxa de eclosão, no terceiro dia do primeiro ensaio e o extrato metanólico não influenciou na eclosão dos juvenis em nenhuma das épocas avaliadas.

No segundo ensaio, a taxa de eclosão não foi influenciada pelos extratos aquoso e metanólico da parte aérea do crambe. Possivelmente a diluição utilizada nos extratos (500 ppm) não foi suficiente para agir na eclosão e desenvolvimento embrionário do nematoide.

5. REFERÊNCIAS

- ANTÔNIO, H. Fitonematoides na cultura da soja. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, n. 16, p.60-65, 1992.
- ANTONIO, H.; OLIVEIRA, M.C.N. Estimativa das perdas causadas por *Meloidogyne javanica* em lavouras de soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 13, 1989. **Anais...** Maceió: SBN, 1989, 6p.
- ASMUS, G.L.; ANDRADE, P.J.M. Reprodução do nematoide das galhas (*Meloidogyne javanica*) em algumas plantas alternativas para uso em sucessão à cultura da soja. **Comunicado Técnico**, 37. Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, 2001.
- BETTIOL, W. GHINI, R. Solos supressivos. IN: MICHEREFF, S.J.; ANDRADE D.E.G.T., MENEZES, M. (Ed) **Ecologia e manejo de patógenos radiculares em solos tropicais**. UFRPE: Recife, 2005. p. 125 – 152, 2005.
- BONETI, J. I. S.; FERRAZ, S. Modificação do método de Hussey & Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* em raízes de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.6, n.3, p.553, 1981.
- CARNEIRO, R.G.; MORITZ, M.P.; MÔNACO, A.P.A.; NAKAMURA, K.C.; SCHERER, A. Reação de milho, sorgo e milheto a *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *M. paranaensis*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.31, n.2, p.9-13, 2007.
- CORREIA, N.M.; DURIGAN, J.C.; KLINK, U.P. Influência do tipo e da quantidade de resíduos vegetais na emergência de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v.24, n.2, p. 245-253, 2006.
- DIAS, W.P.; GARCIA, A.; SILVA, J.F.V. Nematoides associados à cultura da soja no Brasil e suas implicações na produção. In: CONGRESSO DE TECNOLOGIA E COMPETITIVIDADE DA SOJA NO MERCADO GLOBAL, 1, 2000, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: Fundação MT, p.203-211, 2000.
- DIAS-ARIEIRA, C.R.; FERRAZ, S.; FREITAS, L.G.; MIZOBUTSI, E.H. Avaliação de gramíneas forrageiras para o controle de *Meloidogyne incognita* e *M. javanica* (Nematoda). **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.25, n.2, p.473-477, 2003.
- DIAS-ARIEIRA, C.R.; FREITAS, L.G.; RIBEIRO, R.C.F.; FERRAZ, S. Fatores que afetam a eclosão de fitonematoides. In: LUZ, W.C. (ed.). **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, volume 16, Passo Fundo: Gráfica e Editora Padre Berthier dos Missionários da Sagrada Família, 2008, p.305-336.
- DONKIN, S.G.; EITEMAN, M.A.; WILLIAMS, P.L. Toxicity of glucosinolates and their enzymatic decomposition products to *Caenorhabditis elegans*. **Journal of Nematology**, v.27, n.3, p.258-262, 1995.
- EBERLEIN, C.V.; MORRA, M.J.; GUTTIERI, M.J. BROWN, P.D.; BROWN, J. Glucosinolate production by five field-crown *Brassica napus* cultivars used as green manures. **Weed Technology**, Washington, v.12, p. 712 – 718, 1998.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Embrapa Solos, 2013, 306p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistemas de produção n.14: Tecnologias de produção de soja: Região Central do Brasil – 2011**. Londrina: Embrapa Soja. 2010. 255p.

FRANZENER, G.; UNFRIED, J.R.; STANGARLIN, J.R.; FURLANETTO, C. Nematoides formadores de galhas de cisto patogênicos à cultura da soja em municípios do Oeste do Paraná. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.29, n.2, p.261-265, 2005.

HUNT, D.J.; LUC, M.; MANZANILLA-LÓPEZ, R.H. Identification, morphology and biology of plant parasitic nematodes. In: LUC M; SIKORA RA; BRIDGE J. (Eds.). **Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture**. Wallingford: CAB International, p. 11-52, 2005.

INOMOTO, M.M.; MOTTA L.C.C.; BELUTI, D.B.; MACHADO, A.C.Z. Reação de seis adubos verdes a *Meloidogyne javanica* e *Pratylenchus brachyurus*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.30, n.1, p.39-44, 2006.

INSUNZA, V.; ABALLAY, E.; MACAYA, J. In vitro nematicidal activity of aqueous plant extracts on *Chilean* populations of *Xiphinema americanum* sensu lato. **Nematropica**, Auburn, v.31, p.47-54, 2001.

KATOOI, N.; MOGHADAM, E.M.; HADIYAN, S. Plant extracts to control *Meloidogyne incognita* on cucumber. **Pakistan Journal of Nematology**, v.29, n.2, p.179-186, 2011.

LAZZERI, L.; TACCONI, R.; PALMIERI, S. In vitro activity of some glucosinolates and their reaction products toward a population of the nematode *Heterodera schachtii*. **Journal Agricultural Food Chemical**, v.41, p.825-829, 1993.

NEVES, W.S.; FREITAS, L.G.; DALLEMONE-GIARETTA, R.; FABRY, C.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 a eclosão de juvenis de *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, 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**, Chapadinha, v.2, n.3, p.9-14, 2008a.

NEVES, W.S.; FREITAS, L.G.; FABRY, C.F.S.; DALLEMOLE-GIARETTA, R.; FERREIRA, P.A.; FERRAZ, L.O.; DHINGRA, O.D.; FERRAZ, S. Ação nematicida de óleo, extratos vegetais e de dois produtos à base de capsaicina, capsainóides e alil isotiocianato sobre juvenis de *Meloidogyne javanica* (Treb) Chitwood. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.32, n.2, p.93-100, 2008b.

OLIVEIRA, F.S.; ROCHA, M.R.; REIS, A.J.S.; MACHADO, V.O.F.; SOARES, R.A.B. Efeito de produtos químicos e naturais sobre a população de nematóide *Pratylenchus brachyurus* na cultura da cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.35, n.3, p.171-178, 2005.

PERRY, R.N. Host-Induced hatching fo phytoparasitic nematode eggs. In: VEECH, J.A.; DICKSON, D.W. (Eds.). **Vista on Nematology: A commemoration of the twenty-fifth anniversary of the Society of Nematologists**. E.O. Painter Printing Co. DeLeon Springs, Florida, p.159-64, 1987.

RIZZARDI, M.A.; NEVES, R.; LAMB, T.D.; JOHANN, L.B. Potencial alelopático da cultura da canola (*Brassica napus* L. var. oleífera) na supressão de picão-preto (*Bidens* sp.) e soja. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v.14, n.2, p.239-248, 2008.

ROCHA, F.; CAMPOS, V.P. Efeito de exsudatos de cultura de células de plantas em juvenis de segundo estágio de *Meloidogyne incognita*. **Fitopatologia brasileira**, Brasília, v.29, n.3, p.294-299, 2004.

SALGADO, S.M.L.; CAMPOS, V.P. Ecloração e mortalidade de *Meloidogyne exigua* em extratos e em produtos naturais. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v28, n.2, p.166-170, 2003.

YORINORI, J.T. Riscos de surgimento de novas doenças na cultura da soja. In: CONGRESSO DE TECNOLOGIA E COMPETIVIDADE DA SOJA NO MERCADO GLOBAL, 1., 2000, Cuiabá. **Anais..** Cuiabá: Fundação MT, 2000. p. 165-169.

ZASADA, I.A.; FERRIS, H. Sensitivity of *Meloidogyne javanica* and *Tylenchulus semipenetrans* to isothiocyanates in laboratory assays. **Phytopathology**, v.93, p.747-750, 2003.