

JÚLIO CÉSAR ANTUNES FERREIRA

**ALTERNATIVAS DE MANEJO DE *Meloidogyne* spp. NA CULTURA DA ALFACE
UTILIZANDO MAMONA**

Botucatu

2020

JÚLIO CÉSAR ANTUNES FERREIRA

**ALTERNATIVAS DE MANEJO DE *Meloidogyne* spp. NA CULTURA DA ALFACE
UTILIZANDO MAMONA**

**Tese apresentada à Faculdade de
Ciências Agrônômicas da Unesp
Câmpus de Botucatu, para obtenção do
título de Doutor em Agronomia -
Proteção de Plantas.**

**Orientadora: Silvia Renata Siciliano
Wilcken**

Botucatu

2020

F383a	Ferreira, Júlio Alternativas de manejo de <i>Meloidogyne</i> spp. na cultura da alface utilizando mamona / Júlio Ferreira. -- Botucatu, 2020 85 p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu Orientadora: Silvia Renata Siciliano Wilcken 1. Proteção de Plantas. 2. Nematologia Agrícola. I. Título.
-------	---

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp.
Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu. Dados
fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: ALTERNATIVAS DE MANEJO DE *Meloidogyne* spp. NA CULTURA DE ALFACE UTILIZANDO MAMONA

AUTOR: JULIO CESAR ANTUNES FERREIRA

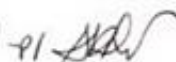
ORIENTADORA: SILVIA RENATA SICILIANO WILCKEN

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em AGRONOMIA (PROTEÇÃO DE PLANTAS), pela Comissão Examinadora:

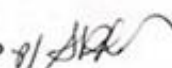
Prof.ª Dr.ª SILVIA RENATA SICILIANO WILCKEN (Participação Virtual)
Proteção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu - UNESP



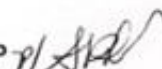
Profa. Dra. LAÍS FERNANDA FONTANA (Participação Virtual)
Ciências Agrárias / Universidade Estadual de Maringá

p/ 

Prof. Dr. ANTONIO ISMAEL INÁCIO CARDOSO (Participação Virtual)
Horticultura / Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu - UNESP

p/ 

Prof. Dr. EDSON LUIZ LOPES BALDIN (Participação Virtual)
Proteção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu - UNESP

p/ 

Prof. Dr. PEDRO LUIZ MARTINS SOARES (Participação Virtual)
Departamento de Fitossanidade / FCAV / UNESP - Jaboticabal

p/ 

Botucatu, 08 de dezembro de 2020

Aos meus amados pais e irmãos,

*Marta Rosciler Borsatto, Josué Antunes
Ferreira, Paulo r. A. Ferreira, Maria Fernanda B.
Ferreira.*

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter guiado meus passos e por me ajudar em todas as batalhas.

Agradeço aos meus pais, Josué Antunes Ferreira e Marta Rosicler Borsatto, e aos meus irmãos, Maria Fernanda Borsatto Ferreira e Paulo Ricardo Antunes Ferreira, por ser meu conforto, pelos momentos de descontração e por me apoiarem em todas as decisões.

A minha querida orientadora Prof^a Dr^a Silvia Renata Siciliano Wilcken por estar comigo em mais uma etapa, por ser inspiração e exemplo na minha caminhada.

Agradeço aos colegas do Laboratório de Nematologia da Unesp FCA, por todo suporte nesses longos anos de experimentos. Em especial a Aixelhe Pacheco Damascena e Marylia Gabriella Silva Costa.

Aos amigos do doutorado pelos momentos de troca de conhecimento, conversas e alegrias aos longos desses anos em Botucatu.

Aos meus amigos de vida, por cada conselho e por continuarem comigo independente da distância.

Ao Prof. Dr. Filipe Giardini Bonfim pelo auxílio nas análises estatísticas.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” pela oportunidade de conquistar o título de Doutor em Agronomia – Proteção de Plantas.

Ao CNPQ – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela bolsa de estudos concedida.

RESUMO

Os nematoides parasitos de plantas destacam-se entre os principais agentes causadores de doenças das culturas. As espécies de *Meloidogyne* são considerados os mais destrutivos, devido ao seu hábito de parasitismo, alta reprodução em pouco tempo, ampla gama de hospedeiros e disseminação. Eles são ainda mais agressivos nas hortaliças, devido à falta de cultivares resistentes, de produtos comerciais registrados é baixa e/ou curta eficácia de controle desses nematoides. Estratégias de controle têm sido estudadas a fim de reduzir os impactos causados por nematoides fitoparasitas. Este trabalho teve como objetivos: Avaliar a resistência ou reação de cultivares de mamona a *Meloidogyne* spp. Redução da população de *Meloidogyne* spp. através da incorporação de parte aérea de mamona em campo, em casa de vegetação e em diferentes manejos em campo. A ação *in vitro* de extrato seco da parte aérea de mamona e derivado biodigerido na eclosão de *Meloidogyne javanica*. As cultivares de mamona se comportaram como suscetíveis a *M. javanica* e resistentes ou imunes a *M. incognita* e *M. enterolobii*. Todo o manejo realizado com incorporação de parte aérea de mamona reduziu a população de *M. javanica*, porém, o melhor controle foi com a incorporação após a realização da retirada das raízes da cultura anterior com irrigação (pousio úmido), também foi observado aumento da parte vegetativa na cultura de alface. As alternativas de manejo a campo reduziram a população de *M. javanica*, e no tratamento com incorporação da cultura anterior + pousio seco, foi encontrada a maior população de nematoides (NT = 1.995), ao contrário da técnica de realização da cultura anterior + pousio úmido, obteve-se NT = 543, no tratamento de retirada do sistema radicular da cultura anterior + pousio úmido + incorporação da parte vegetativa da mamona, além de reduzir a população de nematoides (NT = 348) e índices de galhas (IG = 1,3) e de ovo massas (IMO = 1,2), foi observado um aumento na parte vegetativa da cultura (MFPA = 445,4g). Todas as diluições de extrato de parte aérea de mamona inibiram a eclosão de ovos de *M. javanica in vitro*, exceto o controle. Portanto, as melhores doses variaram de 15 a 20 mL. Cultivares de mamona podem ser resistentes a algumas espécies de *Meloidogyne* e suscetíveis a outras. É importante saber quais espécies nematoides de galha estão presentes no campo para recomendar a melhor forma de usar esta planta.

Palavras-chave: suscetibilidade; nematoide-de-galha; matéria orgânica.

ABSTRACT

Plant-parasites nematodes stand out among the main crop-disease agents. *Meloidogyne* spp. are considered the most destructive, due to their habit of parasitism and high reproduction in a short time. They are even more aggressive in vegetable crops, due to the lack of resistant cultivars and commercial products registered to control these nematodes. Control strategies have been studied in order to reduce the impacts caused by plant-parasites nematodes. This research aimed to evaluate the susceptibility of castor bean cultivars to *Meloidogyne* spp., the control of these nematodes by castor bean branches incorporation in soil in different doses on lettuce crop in greenhouse and in different managements in field, and the *in vitro* action of fresh and dried castor bean branches extract and castor bean branches bio digested derivative on hatching eggs of *Meloidogyne javanica*. The castor bean cultivars behaved as susceptible to *M. javanica*, in tests with 60 and 120 days, and resistant or immune to *M. incognita* and *M. enterolobii*. All management used with castor bean branch incorporation reduced the *M. javanica* population, although, the best one was the castor bean branches incorporation after the carrying out of the previous crop roots followed irrigation (wet fallow), reducing the nematode population, gall index (GI=1.3) and egg-mass index (EMI=1.2), an increase of lettuce grown was also observed. The alternatives of field management reduced the population of *M. javanica*, and in the treatment with incorporation of the previous culture + dry fallow, the largest nematode population was found (NT = 1.995), in contrast to the technique of carrying out the previous culture + wet fallow, NT = 543 was obtained, in the pullout treatment + wet fallow + incorporation of the vegetative part of the castor, in addition to reducing the nematode population (NT = 348) and gall indexes (IG = 1.3) and of egg masses (IMO = 1.2), an increase was observed in the vegetative part of the culture (MFPA = 445.4g). All dilutions of castor bean branches extract inhibited the hatching eggs of *M. javanica* *in vitro*, except the control. Therefore, the best doses ranged from 15 to 20 mL. Castor bean cultivars can be resistant to some *Meloidogyne* species and susceptible to others. It is important to know which root-knot species are present in the field to recommend the best way to use this plant.

Keywords: susceptibility; root-knot nematode; organic matter.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	15
CAPÍTULO 1 - REAÇÃO DE CULTIVARES DE MAMONA A	
<i>Meloidogyne</i> spp.....	18
1.1 INTRODUÇÃO.....	19
1.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	20
1.3 RESULTADOS.....	22
1.4 DISCUSSÃO.....	26
1.5 CONCLUSÃO.....	29
REFERÊNCIAS	30
CAPÍTULO 2 – SUBPRODUTOS DE <i>Ricinus cummunis</i> NO	
CONTROLE DE <i>Meloidogyne javanica</i> NA CULTURA DA	
ALFACE.....	36
2.1 INTRODUÇÃO.....	37
2.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	39
2.3 RESULTADOS.....	45
2.4 DISCUSSÃO.....	50
2.5 CONCLUSÃO.....	53
2.6 REFERÊNCIAS.....	54
CAPÍTULO 3 – PARTE AÉREA DE MAMONA E MANEJO	
INTEGRADO DE <i>Meloidogyne javanica</i> NA CULTURA DA ALFACE	
EM AMPO.....	61
3.1 INTRODUÇÃO.....	62
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	64
3.3 RESULTADOS.....	70
3.4 DISCUSSÃO.....	71
3.5 CONCLUSÃO.....	74
3.6 REFERÊNCIAS.....	77
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	80
REFERÊNCIAS.....	81

INTRODUÇÃO GERAL

A mamoneira (*Ricinus communis* – Euphorbiaceae) é uma cultura com destacada aplicação industrial por apresentar mais de 85% de ácido ricinoleico no óleo de suas sementes. Este composto confere índice de viscosidade mais elevado e maior estabilidade entre todos os óleos vegetais utilizados para a fabricação de gasolina de aviação, lubrificantes, nylon, corantes, tintas, sabões, adesivos e biodiesel (Ogunniyi, 2006). Há registros muito antigos da ocorrência da mamona no sudeste do Mediterrâneo, África Oriental e Índia, sendo mais provável que tenha se originado na África tropical (Weiss, 1971). A distribuição da espécie nos dias atuais ocorre entre as latitudes 40° Norte e 40° Sul, sendo cultivada em mais de 15 países (Allan et al., 2008; Figueiredo et al., 2004), particularmente na Índia, China e Brasil (Atsmon, 1989). É uma planta perene com variação no hábito de crescimento, cor da folhagem e caules, tamanho da semente e teor de óleo (Weiss, 2000). Geralmente considerada tanto de auto como de polinização cruzada pelo vento. Estudos de cruzamento controlados sugerem que a polinização cruzada é um modo frequente de reprodução e que a taxa de alogamia natural pode ser superior a 40% (Brigham, 1967). Alguns desafios devem ser superados frente à sensibilidade a diversas doenças, que limitam o desenvolvimento da planta (Mitchum et al., 2013), uma vez que, aproximadamente 75 doenças já foram relatadas na cultura da mamona, sendo causadas por microrganismos fitopatogênicos, tais como, fungos, bactérias, vírus e nematoides. 46 Muitos registros na literatura mostram que a maioria das cultivares são resistentes as espécies de *Meloidogyne*. Mas pouco se sabe sobre a suscetibilidade desta cultura após terem sido submetidas ao melhoramento genético. Dentre os agentes bióticos que comprometem o desenvolvimento da cultura, a resistência da mamona ao nematoide de galha foi comprovada em diversas pesquisas (Charchar et al., 2000; Charchar et al., 2009; Rodrigues et al., 2012). Espécies de *Meloidogyne* são descritos como fitoparasitas sedentários obrigatórios de raízes, caracterizados pela formação de galhas, sintoma este, que ocorre devido ao processo de hiperplasia (aumento do número de célula) e hipertrofia (aumento de tamanho da célula) das células adjacentes ao local de fixação do nematoide, para a formação do sítio de alimentação

(Charchar et al., 2009). Com isto, o feixe vascular é comprimido, prejudicando a absorção de água e nutrientes pelas raízes (Hunt e Handoo, 2009) e, como reflexos, no campo, observam-se plantas de porte menor, com folhas amareladas, podendo acontecer murcha nos períodos mais quentes do dia, independente da umidade do solo (Pinheiro et al., 2017). A principal forma de disseminação decorre pela movimentação de maquinários, enxurradas e água de irrigação e, até mesmo, pelo próprio agricultor, que ao transitar com implementos infestados, disseminam o patógeno para áreas distantes (Lordello et al., 1978). O controle é complexo e a adoção de medidas integradas é uma alternativa para reduzir a população (Santana et al., 2012). Devido ao curto ciclo de hortaliças folhosas, o controle químico não é recomendado, por apresentar alta toxidez e baixa eficácia depois de repetidas aplicações (Charchar et al., 2003). Cultivares resistentes é um dos métodos de controle mais interessantes para reduzir a população de nematoides. No entanto, genótipos resistentes ao nematoide de galha, em alface, ainda não foram identificados, o que limita a eficiência deste método (Fiorini et al., 2007; Silva et al., 2008; Dias-Arieira et al., 2012; Rodrigues et al., 2014). Resultados positivos referentes ao método de rotação de culturas com leguminosas e/ou plantas antagonistas foram obtidos por alguns autores (Moraes et al., 2006; Santana et al., 2012). Este método, além de reduzir a população de nematoides, propicia melhorias nas características biológicas, físicas e químicas do solo (Charchar et al., 2009; Chieza et al., 2013). Entretanto, o cultivo em rotação, demanda tempo e área, o que torna o método inviável para pequenos produtores (Dutra et al., 2003). Soma-se a isto a incorporação de matéria orgânica ao solo por apresentar inúmeros benefícios à rizosfera, incluindo o acréscimo da população de inimigos naturais supressores aos nematoides, aumento na saturação por bases e porosidade, proporcionando melhor desenvolvimento de plantas cultivadas na área e maior tolerância ao ataque de fitoparasitas (McSorley e Gallaher, 1995; Ayuso et al., 1996; Oka, 2010). Dentre as formas de obtenção de matéria orgânica, algumas plantas cultivadas para produção de óleo vegetal, produzem quantidades elevadas de subprodutos, que podem ser utilizados para o controle de nematoides (Ogunniyi, 2006). Culturas como a mamona são importantes para esta finalidade (Pitol et al., 2010). A prensagem da semente da mamona, para

obtenção do óleo, gera como subproduto, a torta de mamona, rica em matéria orgânica e substâncias com potencial para controlar nematoides (Dias-Arieira et al., 2015; Tavares-Silva et al., 2015). Entretanto, esta matéria prima, dependendo da região poderá inviabilizar devido a relação custo/benefício para o produtor. Apesar dos dados já obtidos, faltam estudos a respeito de testes de reação a cultivares comerciais de mamona as principais espécies de *Meloidogyne*, bem como a utilização da parte aérea da cultura da mamona no controle de nematoides fitoparasitos. Assim, o trabalho teve como objetivo geral avaliar a reação de cultivares de mamona e o manejo do solo no controle de *M. javanica*, *M. incognita* e *M. enterolobii* na cultura de alface. Especificamente objetivou-se: a) Avaliar a resistência ou reação de cultivares de mamona à *Meloidogyne* spp.; b) Avaliar a rotação de mamona no controle de nematoides e produtividade de alface, em casa de vegetação; b) Avaliar os extratos ou derivados de mamona sobre a eclosão de *Meloidogyne javanica in vitro*. C) Avaliar a rotação de mamona associadas com outros métodos de preparo do solo, no controle de nematoides e produtividade de alface.

CAPÍTULO 1

REAÇÃO DE CULTIVARES DE MAMONA A *Meloidogyne* spp

Nematoides se destacam entre os principais agentes causadores de doenças em diversas culturas. O gênero *Meloidogyne* é considerado o mais destrutivo, devido ao hábito de parasitismo e intensa reprodução em curto período de tempo. O cultivo de plantas não hospedeiras é uma alternativa para reduzir a população de nematoides, além disso algumas espécies de plantas têm potencial de produção de massa verde que no processo de decomposição auxiliam no incremento de M.O. no solo. O objetivo deste trabalho foi avaliar a suscetibilidade de cultivares de mamona aos nematoides das espécies *Meloidogyne enterolobii*, *M. incognita* raça 01 e *M. javanica*. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, na Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Campus de Botucatu - SP, em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, sendo: 'IAC80', 'Bahia', 'IMA', 'Israel' e testemunha (tomateiro) com cinco repetições, inoculadas com 5.000 ovos e eventuais J2 e avaliados após 60 ou 120 dias de cultivo. As cultivares de mamona comportaram-se como suscetíveis ($FR > 1$) a *M. javanica* para os testes com 60 e 120 dias, com maior fator de reprodução (FR) para a cultivar Bahia ($FR = 9,22$) e ($FR = 20,52$) respectivamente. Para os nematoides *M. incognita* raça 1 e *M. enterolobii* não ocorreram multiplicações, sendo consideradas como imunes ($FR < 1$) ou resistentes ($FR = 0$), independente da época de avaliação (60 ou 120 DAI). Desta forma, as cultivares de mamona aqui estudadas podem ser eficientes no controle de *M. incognita* raça 1 e *M. enterolobii*. Mas, são suscetíveis a *M. javanica*.

Palavras-chave: resistência, nematoide-das-galhas, variabilidade intra-específica

ABSTRACT

Nematodes stand out among the main disease-causing agents in several cultures. *Meloidogyne* spp. are considered the most destructive due to the habit of parasitism and intense reproduction in a short period of time. For oil products, they become even more aggressive due to intensive cultivation, scarcity of resistant cultivars and the restriction of chemicals with registration for the control of this nematode. Thus, control strategies have been studied in order to reduce the impacts caused by *Meloidogyne* spp. The objective of this work was to evaluate the susceptibility of castor bean cultivars to *Meloidogyne enterolobii*, *M. incognita* race 01 and *M. javanica*. The experiment was conducted in a greenhouse at the Paulista State University "Júlio de Mesquita Filho", season in Botucatu - SP, in a completely randomized design, with five treatments, being: grow crops IAC80, Bahia, IMA, Israel and witness (tomato) and five repetitions, grown in different times. Castor bean cultivars behaved as susceptible to *M. javanica* for 60-day tests, with a higher breeding factor ($FR = 9,22$) for the grow crops Bahia and with higher ($FR = 20,52$) for 120 DAI. For nematodes *M. incognita* race 1 and *M. enterolobii* there was no multiplication, being considered as immune or resistant, regardless of the evaluation season. Thus, castor bean cultivars studied here can be efficient in the control of *M. incognita* race 1 and *M. enterolobii* and susceptible to *M.*

javanica. It is important to observe the nematode species present in the area to recommend the best way to use the plant.

Keywords: resistance, nematode galls, intra-specific variability.

1.1 INTRODUÇÃO

A mamona (*Ricinus communis* - Euphorbiaceae) é uma oleaginosa de considerável importância econômica e social, as sementes são utilizadas para a extração de óleo com excelentes propriedades industriais por apresentar mais de 85% de ácido ricinoleico. Esta característica confere índice de viscosidade mais elevado com maior estabilidade entre todos os óleos vegetais utilizados na indústria.

Além de ser uma planta rústica e com enorme capacidade adaptativa às várias regiões do Brasil (Silva et al., 2005; Baldwin; Cossar, 2009; Furlanetto & Santos, 2014). O óleo é matéria prima para a fabricação de gasolina de aviação, lubrificantes, fios de nylon, corantes, tintas, sabões, adesivos e biodiesel (Souza et al., 2009; Faostat, 2019; Domingos et al., 2012; Silva et al., 2012). Apesar de ser uma cultura bastante rústica, algumas doenças causadas por microrganismos fitopatogênicos, tais como, fungos, bactérias, vírus e nematoides podem reduzir o potencial produtivo da cultura.

Os nematoides parasitos de plantas se destacam entre os patógenos mais destrutivos encontrados na agricultura, pois levam a perdas anuais significativas em plantas suscetíveis. As espécies *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood, *M. incognita* (Kofoed & White) Chitwood e *M. enterolobii* (Rammah & Hirschmann) são relatados como nematoides polívoros capazes de causarem queda de produtividade, principalmente em regiões subtropicais e tropicais (Charchar et al., 2009).

As espécies de *Meloidogyne* são fitoparasitas de hábito sedentário, que parasitam o sistema radicular (Ferraz & Freitas, 2004). As fêmeas possuem formato piriforme, produzem em média 500 ovos por ciclo de vida, que em condições favoráveis é concluído em quatro semanas. Durante o processo de parasitismo, induzem sítios específicos de alimentação chamados de células gigantes. Como consequência, podem induzir a formação de galhas nas raízes (Williansom; Gleason, 2003; El-Nagdi;

Elfattah, 2011). Na parte aérea, as plantas ficam com folhas amareladas, de porte menor, ocorrendo murcha nos períodos mais quentes do dia e, quando visto a campo, os sintomas são observados em reboleiras (Pinheiro, 2017; Hunt & Handoo et al., 2009).

A principal forma de disseminação ocorre pela movimentação de maquinários, enxurradas e água de irrigação e, até mesmo, pelo próprio agricultor, que ao transitar com implementos infestados, disseminam o patógeno para áreas distantes (Moens et al., 2009; Anwar; McKenry, 2012).

O controle deste patógeno é complexo e a adoção de medidas integradas é uma alternativa para reduzir a população (Santana et al., 2012). Cultivares resistentes é um dos métodos de controle mais interessantes devido a relação custo benefício da alternativa para reduzir a população de nematoides, pois a planta por si só consegue conviver com o nematoide presente na área, reduzindo as taxas de penetração e multiplicação do patógeno.

A mamona é uma das alternativas utilizadas na rotação de culturas para o controle de nematoides do gênero *Meloidogyne* (Charchar et al., 2000; Charchar et al., 2009; Rodrigues et al., 2012). Possui fácil cultivo, resistência à seca e boa adaptação a diferentes condições edafoclimáticas. É tolerante a ampla faixa de temperatura, sendo, muitas vezes, cultivadas como alternativa de cultivo de verão (Freire et al., 2007). Existem poucos resultados sobre a suscetibilidade desta cultura após terem sido submetidas ao melhoramento genético.

O objetivo desta pesquisa foi avaliar a reação de cultivares de mamona à *M. javanica*, *M. incognita* raça 1 e *M. enterolobii*.

1.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação (coordenadas geográficas latitude (22° 50' 48" S), longitude (48° 26' 06" W) e altura (817,74 m), na Faculdade de ciências Agrárias pertencente a Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de Botucatu – SP. Foi realizado, em delineamento inteiramente casualizado (DIC), sendo cinco tratamentos e cinco repetições, com as cultivares:

IAC80, Bahia, IMA, Israel e testemunha (tomateiro), cultivados em duas épocas distintas para a confirmação dos resultados.

Cada experimento foi conduzido em duas épocas distintas, sendo para *M. enterolobii* entre novembro a janeiro (experimento 1) e maio a agosto (experimento 2); Para *M. incognita* raça 1 os respectivos experimentos foram conduzidos entre dezembro a fevereiro (experimento 1) e de maio a agosto (experimento 2); Para *M. javanica* os experimentos ocorreram entre julho a setembro (experimento 1) e de dezembro a março (experimento 2).

Inicialmente, sementes das cultivares de mamona utilizadas neste estudo foram doadas pelo Prof. Dr. Maurício Dutra Zanotto, do Departamento de Produção Vegetal da Faculdade de Ciências Agronômicas – UNESP Botucatu. Após o recebimento, foram semeadas em bandejas de polietileno, com 120 células, contendo substrato comercial BioPlant®. Após 15 dias de germinadas, foram transplantadas em recipientes contendo 2.000 mL de uma mistura de solo: areia (2:1), em solo caracterizado como latossolo vermelho distrófico, o qual foi previamente autoclavado a 120 °C, por duas horas.

Três dias após o transplante, cada plântula foi inoculada com 5.000 ovos e eventuais juvenis de segundo estágio (J2) de *M. javanica*; *M. enterolobii* ou *M. incognita* raça 1, respectivamente. O inóculo utilizado foi obtido de população pura das espécies dos nematoides, mantidos em raízes de tomateiro cv. Rutgers, cultivados em casa de vegetação e extraído de acordo com a metodologia proposta por Hussey e Barker (1973).

A suspensão foi calibrada para 2.500 ovos e eventuais J2 mL⁻¹, utilizando-se lâmina para contagem de nematoides (lâmina de Peters), sob microscópio de luz. O inóculo foi depositado em dois orifícios equidistantes, abertos no solo a 5 cm de profundidade ao redor do caule da planta.

Após 60 e 120 dias da inoculação, as plantas foram coletadas, separando-se parte aérea das raízes. O sistema radicular foi cuidadosamente lavado, colocado sobre papel absorvente para eliminação do excesso de água, e quantificados com o auxílio de balança semianalítica. Em seguida, procedeu-se a extração dos nematoides, de acordo com a metodologia citada para obtenção do inóculo.

Por fim, avaliou-se o número de ovos e juvenis de segundo estágio (J2) (nematóide total = população final), em lâmina de Peters, sob microscópio de luz, sendo o valor total dividido pela massa de raízes, obtendo-se o parâmetro nematoides por grama de raízes (NgRaiz⁻¹). Posteriormente, foi calculado o fator de reprodução segundo Oostenbrink (1966) pela fórmula: $FR = \text{População final} / \text{População inicial}$, resistentes ($FR < 1$) ou suscetíveis ($FR \geq 1$); onde as espécies são imunes para ($FR = 0$), resistentes ($FR < 1$) ou suscetíveis ($FR \geq 1$).

Os dados obtidos foram submetidos pela análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade usando o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2011). Quando necessário, para atender os pressupostos de normalidade, os dados foram transformados por $\sqrt{x+0,5}$.

1.3 RESULTADOS

As cultivares de mamona comportaram-se como imunes, resistentes ou suscetíveis em função da espécie do nematóide e a época de avaliação. A viabilidade do inóculo foi confirmada quando avaliada a população de nematoides por grama de raízes (NgRaiz⁻¹) na testemunha (tomateiro), com médias de 174.960 NgRaiz⁻¹ na avaliação aos 60 DAI (Tabela 1).

Para o experimento 1 (avaliação 60 DAI) as cultivares de mamona comportaram-se como imunes ($FR=0$) a *M. enterolobii*. Resultados similares foram observados para o experimento 01 (avaliação 120 DAI), com população de número de nematóide total (NT) com médias entre 2.020 'IAC 80' e 2.012 'Israel'. Para esta avaliação (120 DAI) observou-se que uma parcela da população de *M. enterolobii* conseguiu sobreviver e se reproduzir, entretanto o fator de reprodução foi igual a zero ($FR=0$). Para a mesma avaliação na variável NgRaiz⁻¹ foram observados resultados semelhantes, onde a 'IMA' ($FR=36,27$) e 'Israel' ($FR=156,88$) (Tabela 01).

Embora alguns espécimes de *M. enterolobii* tenham sobrevivido no sistema radicular das cultivares de mamona, o nematóide não conseguiu se multiplicar de, caracterizando as plantas como resistentes ($FR=0$) ou imunes ($FR<1$).

Tabela 01: Número total de nematoides (NTN), nematoide por grama de raízes (NgRaízes⁻¹) e fator de reprodução (FR) de *Meloidogyne enterolobii* em cultivares de mamona cultivadas em casa de vegetação, durante 60 e 120 dias

EXPERIMENTO 01

60 DIAS APÓS INOCULAÇÃO					120 DIAS APÓS INOCULAÇÃO			
TRAT.	N.N.T.	NgRaiz ^{-1*}	FR	R	N.N.T.	NgRaiz ^{-1*}	FR	R
Test.	174.960 a	16.746 a	14,2 a	S	30.264 a	5.9 a	6,0 a	S
IAC 80	0 b	0 b	0 b	I	2.020 b	25,0 b	0,4 b	R
BAHIA	0 b	0 b	0 b	I	1.620 b	24,6 b	0,3 b	R
IMA	0 b	0 b	0 b	I	988 b	36,2 b	0,2 b	R
ISRAEL	0 b	0 b	0 b	I	2.012 b	156,8 b	0,4 b	R
CV %	24,97	32,25	53,38	-	86,96	57,01	55,32	-

Trat.= Tratamentos, N.T.N= Número total de nematoide, NgRaízes⁻¹= nematoides por grama de raízes, FR= Fator de reprodução, R= Reação, Test= Testemunha. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si a 5 % de probabilidade pelo teste Tukey. CV%= Coeficiente de variação; FR= fator de reprodução. Segundo conceito de Oostenbrink (1956) S= Suscetível, R= resistente e I= imune. * Médias originais transformadas pela $\sqrt{x+0,5}$ para NgRaiz⁻¹

No experimento 2, para a espécie *M. incognita* raça 1, na avaliação aos 60 DAI, todas as cultivares de mamona comportaram-se como imunes ao nematoide, com FR=0. A maior média de NgRaiz⁻¹ foi para a testemunha (tomateiro) com 174.960 (Tabela 2).

Para a avaliação aos 120 DAI as cultivares comportaram-se como resistentes. A maior média de NT foi observada para a cv. Bahia com 2.022 nematoides. O maior FR foi para a cv. Bahia (FR=0,40) e cv. IMA (FR=0,16) na avaliação aos 120 DAI (tabela 02).

Assim como no experimento de suscetibilidade a *M. enterolobii*, a avaliação aos 120 dias foi observado maior número de indivíduos em relação à avaliação aos 60 DI. Porém, para ambos os experimentos, as cultivares se comportaram como resistentes (R).

Tabela 02: Número total de nematoides (N.T.N.), nematoide grama de raiz (NgRaiz⁻¹) e fator de reprodução (FR) de *Meloidogyne incognita* raça 1 em cultivares de mamona cultivadas em casa de vegetação, durante 60 e 120 dias

EXPERIMENTO 02

60 DIAS APÓS INOCULAÇÃO					120 DIAS APÓS INOCULAÇÃO			
TRAT.	N.N.T.	NgRaiz ⁻¹ *	FR	R	N.N.T.	NgRaiz ⁻¹ *	FR	R
Test.	174.960 a	17.627 a	34,9 a	S	14.954 a	1.165 a	2,9 a	S
IAC 80	0 b	0 b	0 b	I	820 b	16,3 b	0,1 b	R
BAHIA	0 b	0 b	0 b	I	2.022 b	26,5 b	0,4 b	R
IMA	0 b	0 b	0 b	I	842 b	32,9 b	0,2 b	R
ISRAEL	0 b	0 b	0 b	I	658 b	26,8 b	0,1 b	R
CV %	24,9	13,6	24,9	-	45,6	27,9	45,6	-

T=Tratamentos, N.N.T.= Número total de nematoide, NgRaiz⁻¹= nematoides por grama de raiz, FR= Fator de reprodução, R= Reação, Test= Testemunha. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si a 5 % de probabilidade pelo teste Tukey. CV%= Coeficiente de variação; FR= fator de reprodução. Segundo conceito de Oostenbrink (1956) S= Suscetível, R= resistente e I= imune. * Médias originais transformadas pela $\sqrt{x+0,5}$ para NgRaiz⁻¹

Houve multiplicação (FR>1) de *M. javanica* nas cultivares de mamona, independente da época de avaliação.

Aos 60 DAI, a suscetibilidade das cultivares de mamona também foram observadas (FR>1). A maiores médias de N.N.T., NgRaiz⁻¹ e FR foram para a cv. Bahia, (46.122) (5.236) e (9,2) respectivamente (tabela 03).

Na avaliação aos 120 DAI, as cultivares IMA e Israel proporcionaram multiplicação no número total de nematoides, 145.079 e 138.180, respectivamente. Para NgRaiz⁻¹ as mesmas cultivares, 'IMA' 20.563 e 'Israel' 11.617, foram as que apresentaram os maiores valores. Na avaliação do FR, a cv. IMA e Israel apresentaram os maiores valores, com FR igual a 29,0 e 27,6 respectivamente.

Para as outras duas cultivares, 'IAC80' e 'Bahia', não diferiram estatisticamente da testemunha. Sendo assim, verifica-se que todas as cultivares de mamona aqui estudados são suscetíveis a *M. javanica* independente da época de avaliação (60 ou 120 DAI) (tabela 03).

Tabela 03: Número total de nematoides (N.T.N.), nematoide grama de raiz (NgRaiz⁻¹) e fator de reprodução (FR) de *Meloidogyne javanica* raça 1 em cultivares de mamona cultivadas em casa de vegetação, durante 60 e 120 dias

EXPERIMENTO 03

60 DIAS APÓS INOCULAÇÃO					120 DIAS APÓS INOCULAÇÃO			
TRAT.	NT	NgRaiz ^{-1*}	FR	R	NT	NgRaiz ^{-1*}	FR	R
Test.	14.880 ab	1.093 a	2,9 ab	S	14.066 a	1.204 a	2,8 a	S
IAC 80	11.425 a	1.260 a	2,3 a	S	51.559 ab	5.051 ab	10,3 ab	S
BAHIA	46.122 b	5.236 b	9,2 b	S	102.595 ab	11.504 b	20,5 ab	S
IMA	9.880 a	989 a	1,9 a	S	145.079 b	20.563 b	29,0 b	S
ISRAEL	19.660 ab	1.747 a	3,9 ab	S	138.180 b	11.617 b	27,6 b	S
CV %	35,1	13,5	35,1	-	37,8	19,6	37,8	-

T= Tratamentos, N.N.T.= Número total de nematoide, NgRaiz⁻¹= nematoides por grama de raiz, FR= Fator de reprodução, R= Reação, Test= Testemunha. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si a 5 % de probabilidade pelo teste Tukey. CV%= Coeficiente de variação; FR= fator de reprodução. Segundo conceito de Oostenbrink (1956) S= Suscetível, R= resistente e I= imune. * Médias originais transformadas pela $\sqrt{x+0,5}$ para NgRaiz⁻¹.

1.4 DISCUSSÃO

Várias pesquisas relatam que *Ricinus communis* L. é resistente a nematoides do gênero *Meloidogyne* (McSorley 1999; Lima et al., 2008; Dias-Arieira et al., 2009). Estas pesquisas foram realizadas com a cultivar de mamona 'Iron Clay' para os nematoides *M. javanica*, *M. incognita*, *M. arenaria* e *M. graminicola* (McSorley., 1999; Rao et al., 1986). Para *M. incognita*, também foi observado resistência a mamona, com a presença de massa de ovos com número bastante reduzido aos 60 dias após

a inoculação do nematoide (4 massas de ovos), sendo que aos 90 dias o número de massa de ovos manteve-se baixo (3 massas de ovos) (Hackney; Dickerson.,1974).

Em estudos com a espécie *M. javanica*, as plantas se comportaram como não hospedeiras a esses nematoides (Dias-Arieira et al., 2009). Na presente pesquisa a resistência ou imunidade somente foi observada para os nematoides *M. incognita* e *M. enterolobii*. Para *M. javanica* as cultivares comportaram-se como suscetíveis independentes da época de avaliação (60 ou 120 DAI). Sendo este, possivelmente, o primeiro relato da suscetibilidade destas plantas a *M. javanica*.

Os resultados obtidos no presente estudo demonstram, portanto, o excelente potencial de utilização da mamona na supressão das espécies *M. incognita* raça 1 e *M. enterolobii*, visando à recuperação de áreas com populações elevadas.

Essas evidências podem ser constatadas em trabalhos realizados a campo em diferentes regiões do globo. Na Flórida, McSorley & Dickson (1995) observaram que a rotação de culturas com mamona foi capaz de reduzir significativamente a densidade de *M. incognita* em apenas um ciclo de cultivo de 100 dias. Resultados semelhantes foram obtidos por Rao et al. (1998) em cultivo de berinjela associada com mamona e ao fungo micorrizico (*Glomus fasciculatum*) no controle de *M. incognita*.

A suscetibilidade da mamona à *M. arenaria* e *M. hapla* (Whitehead, 1998), também foram estudadas. Como observado no trabalho com a mamona antes do cultivo de amendoim durante 60 dias, essa cultura proporcionou a redução da população de *M. arenaria* no solo (Rodríguez-Kábana & Canullo, 1992).

A não multiplicação do nematoide observado nesta pesquisa, pode ter ocorrido devido às plantas da família da euforbiácea possuir em sua estrutura a ricína, um composto com comprovada ação nematicida (Alexander et al., 2008).

Este composto é encontrado em maior quantidade no endosperma das sementes, que é o local onde é sintetizada, e em menor quantidade nas outras partes da planta, podendo variar entre as espécies cultivadas (Alexander et al., 2008). Sua função biológica é servir como uma proteína de armazenamento, além da sua potente toxicidade ser utilizada para impedir a predação de fitopatógenos de solo e parte aérea (Lord; Spooner, 2011).

Em relação à suscetibilidade à *M. javanica*, os resultados se contrapõem com os descritos na literatura, pois a espécie havia sido citada como resistente (Dias-Arieira et al., 2009). Entretanto, a variedade da cultivar utilizada no experimento desenvolvido por Dias-Arieira foi diferente das utilizadas neste experimento ('Íris', 'Coti', 'Guarani', 'Sangue de boi' e 'Savana'), ressaltando a importância da variabilidade intraespecífica entre as cultivares.

Semelhante a isto, Santos e Gomes, 2011, também observaram resistência de cultivares de mamona aos nematoides *M. javanica*, *M. incognita*, *M. arenaria*, *M. graminicola*, *M. ethiopica* e *M. enterolobii* conduzidos em casa de vegetação.

Para a espécie *M. incognita*, vale ressaltar que os autores não descreveram a raça do nematoide que avaliaram, sendo de fundamental importância à identificação da espécie e da raça quando se trata do nematoide *M. incognita*, podendo esta ser a resposta da resistência observada nos trabalhos anteriores.

A criação de técnicas envolvendo o melhoramento genético convencional ou baseado na biotecnologia permitiu forte evolução na criação de novas cultivares com características agronômicas mais favoráveis ao cultivo (Corrêa et al., 2006; Savy filho et al., 1990). Mas, quando se realiza o cruzamento entre duas culturas da mesma espécie ou de espécies distintas pode ocorrer a perda de algumas características iniciais antes existentes, isto ocorre pelo efeito deletério dos genes (Corrêa et al., 2006). Este fato pode ter relação com a perda da resistência de algumas cultivares de mamona. Sendo assim, uma forma de explicar a suscetibilidade das cultivares de mamona avaliadas neste experimento.

A variabilidade intraespecífica que pode ter ocorrido nos cruzamentos até chegarem as cultivares comerciais utilizadas (Mendes et al. 2006; Borém e Miranda 2009). A variação entre os genes de uma população é resultante da divergência genética entre os parentais envolvidos nos cruzamentos (Falconer 1981).

Apesar das diferenças observadas nos experimentos, o fato das cultivares terem apresentado $FR > 1$ em pelo menos um ensaio (*M. javanica*), mostra o potencial da cultivar em multiplicar o nematoide (Carneiro et al., 2006).

A mamona apresenta características interessantes para a recomendação na utilização de alternativas para rotação de culturas (Charchar et al., 2009; Teodoro et al., 2011).

Além da relação custo/benefício, possui alta rusticidade frente a doenças, alta capacidade de produção de massa verde e produzem sementes que podem ser utilizadas na indústria gerando renda para o produtor na entre safra (Queiroga, Santos., 2008; Sampaio et al.,2009).

Desta forma, a alternativa de controle em rotação de culturas com as cultivares aqui analisadas, podem favorecer a reprodução e garantir o aumento dos nematoides nos campos de cultivo infestados com *M. javanica* (Moens et al., 2009; Pinheiro et al., 2013)

A suscetibilidade observada neste experimento mostra a importância do estudo contínuo de reação de cultivares de mamona a nematoides, visto que podem variar em função do ambiente, população de nematoide e genótipo da planta.

1.5 CONCLUSÕES

As cultivares de mamona estudadas, IAC80, Bahia, IMA e Israel, são resistentes à *M. incognita* raça 1 e *M. enterolobii* e podem ser utilizadas como alternativa de plantas de rotação de culturas visando a redução destas espécies.

Para *M. javanica*, as cultivares comportaram-se como suscetíveis (FR>1). Em áreas em que ocorrem *M. javanica* não é recomendado a utilização destas cultivares de mamona como alternativa na rotação de culturas, pois podem proporcionar a multiplicação da população do nematoide na área.

REFERÊNCIAS

ALEXANDER, J.; ANDERSSON, H. C.; BERNHOFT, A.; BRIMER, L.; COTTRILL, B.; FINK-GREMMEIS, J.; JAROSZEWSKI, J.; SOERENSEN, H. Ricin (from *Ricinus communis*) as undesirable substances in animal feed: scientific opinion of the panel on contaminants in the food chain. **European Food Safety Authority (EFSA) Journal, Parma**, v. 726, p. 1-38, 2008.

ANDERSON, V.; SANTOS & CESAR, B. Reação de Cultivares de Mamona a *Meloidogyne* spp. e Efeito dos Exsudatos Radiculares sobre *Meloidogyne enterolobii* e *M. graminicola*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba (SP) Brasil. Vol. 35(1-2) – 2011.

ANWAR, S. A.; MCKENRY, M. V. Incidence and population density of plant-parasitic nematodes infecting vegetable crops and associated yield losses in Punjab, Pakistan. **Pakistan Journal of Zoology**, Lahore, v.44, n.2, p.327-333, 2012.

BAHIA, H. F.; SILVA, S. A.; FERNANDEZ, L. G.; LEDO, C. A. S.; MOREIRA, R. F. C. (2008). Divergência genética entre cinco cultivares de mamoneira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 43, 357-362.

BALDWIN, B. S.; COSSAR, R. D. Castor yield in response to planting date at four locations in the south-central United States. **Industrial Crops and Products**. v. 29, p. 316–319 2009.

BONETI, J.I.S.; FERRAZ, S. Modificação do método de Hussey e Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* de raízes de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.6, n.1, p.553, 1981.

BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. (2009). **Melhoramento de Plantas**. Viçosa: Editora da UFV.

CHARCHAR, J.M. *Meloidogyne* spp. em hortaliças. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE NEMATOLOGIA TROPICAL, 19, 1995. Rio Quente. **Anais**. Brasília: SBN, 153p.

CHARCHAR, J.M.; VIEIRA, J.V.; FACION, C.E. Controle de nematoides das galhas em cenoura através de rotação de culturas. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.20, n.6, p.123-135, 2000.

CHARCHAR, J.M.; VIEIRA, J.V.; OLIVEIRA, V.R.; MOITA, A.W. Cultivo e incorporação de leguminosas, gramíneas e outras plantas no controle de *Meloidogyne incognita* raça 1 em cenoura 'Nantes'. **Nematologia Brasileira**, Botucatu, v.33, n.2, p.139-146, 2009.

CHARCHAR, J.M.; VIEIRA, J.V.; OLIVEIRA, V.R.; MOITA, A.W. Cultivo e incorporação de leguminosas, gramíneas e outras plantas no controle de *Meloidogyne incognita* raça 1 em cenoura. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.33, n.8, p.139-146, 2009.

CORRÊA, M.L.P. Comportamento de cultivares de mamona em sistemas de cultivo isolados e consorciados com caupi e sorgo granífero. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.37, n.2, p.200-207, 2006.

DIAS-ARIEIRA, C.R.; S.M. SANTANA, M.L.; SILVA, C.; FURLANETTO, R.C.F. RIBEIRO.; LOPES.; C.A. 2009. Reação de cultivares de mamona (*Ricinus communis*L.) e girassol (*Helianthus annuus* L.) a *Meloidogyne javanica*, *M. incognita* e *M. paranaensis*. **Nematologia Brasileira**, 33(1): 61-66.

DOMINGOS, C. A. Biodiesel – Proposta de um combustível alternativo. **Revista Brasileira de Gestão e Engenharia**, n.5, Paper 09, p.134-178, 2012.

EI-NAGDI, W.M.A.; A.I. EL-FATTAH, A.B.D. (2011). Controlling root-knot nematode, *meloidogyne incognita* infecting sugar beet using some plant residues, a biofertilizer, **compost and biocides. J. of Plant Protection Research**. 51 (2): 107-113.

FALCONER, D.S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa: UFV, 1981. 279p.

FAOSTAT (Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics Division). Available from: <<http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>>. Accessed: novembro. 13, 2019.

FERRAZ, S.; FREITAS.; L.G. 2004. Use of antagonistic plants and natural products. In: Z.X. CHEN, S.Y.CHEN & D.W. DICKSON. (ed) **Nematology –Advances and Perspectives**. CABI, Wallingford - UK, p.931-960.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, p. 1039-1042, 2011.

FIOREZE, S. L.; FIOREZE, A. C. C. L.; PIVETTA, L. G.; RODRIGUES, J. D.; ZANOTTO, M. D. Características agronômicas da mamoneira afetadas pelo método de condução de plantas e densidade de semeadura. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 1, p. 86-92, 2016.

FREIRE, E.C.; LIMA, E.F.; ANDRADE, F.P.; MILANI, M.; NÓBREGA, M.B.M. Melhoramento genético. In: AZEVEDO, D.M.P.; BELTRÃO, N.E.M. (Ed.). O agronegócio da mamona no Brasil. 2.ed. rev. e ampl. **Campina Grande: Embrapa Algodão**, 2007. p.169-194.

FURLANETTO, E. L.; SANTOS, E. D. Difusão de Inovações Sustentáveis: o caso do biodiesel de mamona no Estado da Paraíba. **Teoria e Prática em Administração**, v.4, n.1, p.78-103, 2014.

HACKNEY, R.W.; DICKERSON, O.J. Marigold castor bean and chrysanthemum as controls of *Meloidogyne incognita* and *Pratylenchus alleni*. **Journal of Nematology** 7: 84-90. 1974.

HUNT, D.J.; HANDOO, Z.A. **Taxonomy identification and principal species**. In: PERRY R.N.; MOENS, N.; STARR, J.L. Root-knot Nematodes. Wallingford: CABI North America Office, v.3, n.1, p.55-97, 2009.

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

LIMA, E.A. 2008. Seleção de plantas antagonistas para manejo de *Meloidogyne ethiopica* em videira e quivi. (Dissertação de Mestrado). Faculdade de Agronomia e Veterinária - Universidade Federal de Brasília, Brasília(DF), 55 p.

LORD, J. M.; SPOONER, R. A. Ricin trafficking in plant and mammalian cells. **Toxins, Basel**, v. 3, n. 7, p. 787-801, 2011.

MAIA, M. C.; ASSIS, G. M. L.; ROCHA, M. M. (2008). O fenômeno da endogamia em plantas. Rio Branco: **Agrosoft Brasil**.

McSORLEY, R. & R.W. DICKSON. 1995. Effect of tropical rotation crops on *Meloidogyne incognita* and other plant-parasitic nematodes. **Supplement to the Journal of Nematology**, 27 (4S): 535-544.

McSORLEY, R. 1999. Host suitability of potential cover crops for root-knot nematodes. **Supplement Journal**.

MENDES, A. N. G.; BUENO, L. C. S.; CARVALHO, S. P. (2006). **Melhoramento genético de plantas — princípios e procedimentos**. 2. ed. Lavras: Editora UFLA.

MITCHUM, M.G.; HUSSEY, R.S.; BAUM, T.J.; WANG, X.; ELLING, A.; WUBBEN, M.; DAVIS, E.L. Nematode effector proteins: an emerging paradigm of parasitism. **New Phytology Journal**, Coréia, v.199, n.30, p.879-894, 2013.

MOENS, M.; PERRY, R. N.; STARR, J. L. *Meloidogyne* species – a diverse group of novel and important plant parasites. In: PERRY, R. N.; MOENS, M.; STARR, J. L. eds. **Root-knot Nematodes**. Wallingford, UK: CAB International, p. 1–17. 2009.

MOENS, M.; PERRY, R.N.; SATRR, J.L. ***Meloidogyne* species—adiverse group of novel and important plant parasites**. Root-knot nematodes. Wallingford: CABI International. 2009.

OOSTENBRINK, M. 1966. Major characteristics of the relation between nematodes and plants. **Mendelin gen Land bouw hoje school**, Wageningen - Netherlands, 66:1-46.

PINHEIRO, J.B.; AMARO, G.B.; PEREIRA, R.B. Ocorrência e controle de nematoides em hortaliças folhosas. Circular técnica. **Embrapa Hortaliças**, Brasília, v.89, n.10, p. 06-10, 2013.

QUEIROGA, V.P.; SANTOS, R.F. Diagnóstico da produção de mamona (*Ricinus communis*, L.) em uma amostra de produtores do nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v.12, n.1, p.9-23, 2008.

RODRIGUES, C.S.; PINHEIRO, J.B.; SUINAGA, F.A.; PEREIRA, R.B.; CARVALHO, A.D.F. Seleção preliminar de cultivares de alface para resistência ao nematoide das galhas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.30, n.6, p.2048-2054, 2012.

RODRÍGUEZ-KÁBANA, R.; KOKALIS-BURELLE, N.; ROBERTSON, D.G.; KING, P.S.; WELLS, L. W. Rotations with coastal Bermuda grass, cotton, and bahia grass for management of *Meloidogyne arenaria* and southern blight in peanut. **Journal of Nematology**, Florida. v.2, n.26, p.665-668. 1994.

RODRÍGUEZ-KÁBANA, R. P.S.; KING, D.G.; ROBERTSON, C.W.; WEAVER, E.L. 1988. New crops with potential for management of soybean nematodes. **Nematropica**, 18 (1): 45-52.

SAMPAIO, A.H.; ROGÉRIO, R.; RITZINGER, C.H.S.P.; DAMASCENO, C.A.S.; SANTOS, V.S.; SEVERINO, L.S. (2009) **Controle de fitonematóides em aceroleira mediante o uso de farelo de mamona.**

SANTANA, S.M.; DIAS-ARIEIRA, C.R.; BIELA, F.; CUNHA, T.P.L.; CHIAMOLERA, F.M.; ROLDI, M.; ABE, V.H.F. Antagonistic plants in the management of *Meloidogyne incognita*, in sandy soil of vegetables growing areas. **Nematropica**, Florida, v.42, n.30, p.287-294, 2012.

SAVY FILHO, A. Novo cultivar de mamona: IAC-226 (Tabary). **Bragantia**, Campinas, v.49, n.2, p.269-280, 1990.

SILVA, S. D. Uso de torta de mamona como fertilizante orgânico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.42, n.1, p.19-27, 2012.

SOUZA, K. S.; OLIVEIRA, F. A.; GUEDES FILHO, D. H.; BRITO NETO, J. F. Avaliação dos componentes de produção da mamoneira em função de doses de calcário e fósforo. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 4, p. 116-122, 2009.

SOUZA-SCHLICK, G. D.; SORATTO, R. P.; BOTTINO, D.; FERNANDES, A. M. Crescimento e produtividade da mamona de porte baixo em diferentes espaçamentos e densidades populacionais de plantas. **Interciência**, Caracas, v. 37, n. 1, p. 49-54, 2012.

SOUZA-SCHLICK, G. D.; SORATTO, R. P.; PASQUALI, C. B.; FERNANDES, A. M. Desempenho da mamoneira IAC 2028 em função do espaçamento entre fileiras e densidade populacional de plantas na safrinha. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 3, p. 519–528, 2011.

TEODORO, R.B.; OLIVEIRA, F.L.; SILVA, D.M.N.; FÁVERO, C. & QUARESMA, M.A.L. (2011) – Aspectos agronômicos de leguminosas para adubação verde no Cerrado no Alto Vale do Jequitinhonha. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, vol. 35, n, 2, p. 635-643.

WILLIAMSON, V.M.; GLEASON, C.A. Plant-nematode interactions. **Current Opinion in Plant Biology**, v.6, n.4, p.327-333, 2003.

CAPÍTULO 2

SUBPRODUTOS DE *Ricinus cummunis* NO CONTROLE DE *Meloidogyne javanica* NA CULTURA DA ALFACE

RESUMO

A cultura da alface é uma das hortaliças folhosas mais consumidas e produzidas no contexto nacional e internacional e, os nematoides do gênero *Meloidogyne* spp. se destacam por limitar a produtividade com perdas que podem chegar a 100%. Neste contexto, a mamona surge como alternativa de manejo, onde o material decomposto pode ter ação sobre os nematoides. Assim, objetivou-se avaliar a eficiência do derivado de biodigestão, extratos aquosos e parte aérea da mamona triturada e incorporada ao solo no controle de *M. javanica* na cultura da alface. O derivado foi obtido por biodigestão anaeróbica durante 60 dias, o extrato aquoso e o triturado foram obtidos por trituração da parte aérea da mamona em liquidificador. Após filtragem, foram diluídos, inoculados com 500 ovos e incubados em BOD a 26 °C durante 7 dias. Os resultados mostraram que a aplicação do derivado e extratos em doses diluídas próximas a 15 mL reduziram em até 15 % da eclosão de nematoides *in vitro*. A incorporação da parte aérea da mamona ao solo afetou o desenvolvimento da alface, entretanto reduziram a população dos nematoides em até 98%. A dose mais eficiente para nematoides totais ficaram entre 18,35 t/ha⁻¹ exp.1 e 19,87 t/ha⁻¹ no exp. 2. Para NgRaiz⁻¹ as doses entre 19,64 t/ha⁻¹ para exp. 1 e 19,20 t/ha⁻¹ para exp. 2 foram mais eficientes, indicando recomendação do uso a campo.

Palavras-chave: hortaliça, *Ricinus cummunis*, nematoides-das-galhas, matéria-orgânica, aleloquímicos.

ABSTRACT

Castor bean is a crop with an outstanding application *in* the nature and industrial of its derivatives, due to the oil extracted from the seeds that contain resources for use in the industry. After removing the seeds, the plant material is decomposed in the production field. The dry matter of castor bean has shown great potential for the control of pathogenic organisms. One way to improve the use of this residue, increasing the amount of material available for application, is by using the aerial part of the culture through the use of biodigesters or aqueous extracts. Thus, the objective was to evaluate the efficiency of aqueous extracts, derived from biodigestion and aerial part of crushed castor and incorporated into the soil in the lettuce culture in the control of *M. javanica*. The derivative was obtained by anaerobic biodigestion for 60 days and, after filtration, it was diluted in concentrations of 0, 5, 10, 15 and 20 and 25 mL in 1,000 mL⁻¹ in distilled water (v: v). Subsequently, 1 ml of suspension, containing 500 eggs of *M. javanica*, was added in plastic tubes with a capacity of 50mL. Incubating them in BOD at 26 °C and evaluating them after seven days after incubation, respectively. For the incorporation test of the crushed aerial part of the castor, doses of the aerial part

of the castor which were previously crushed and incorporated into the soil superficially in the first 10 centimeters of depth were used. The results showed that the application of diluted doses close to 15 mL, reduced the percentages of hatching *in vitro*. *In vivo*, the doses incorporated into the soil decreased the development of aerial part of lettuce plants, however, they reduced the nematode population, indicating good efficiency in the use of the product in the field.

Key-words: leafy vegetables, *M. javanica*, organic material.

2.1 INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L.) é originária da Ásia ocidental e destaca-se por ter grande aceitação no mercado consumidor. Cerca de 95% da produção internacional se concentra nos Estados Unidos. No Brasil, em 2019, aproximadamente 5.500.000 toneladas foram produzidas, o que representa aproximadamente 11% da produção nacional do setor hortícola (CONAB, 2019). Tal cultura é caracterizada por ser cultivada em sistema intensivo de produção, o que favorece o desenvolvimento de patógenos de solo (Seabra Junior et al., 2012; Costa et al., 2014).

Neste contexto, alguns desafios devem ser superados, pois à alta suscetibilidade a várias doenças afetam o rendimento da planta (Mitchum et al., 2013). Já foram relatadas mais de 80 doenças causadas por diferentes patógenos, como fungos, bactérias, vírus e nematoides. Dentre estes, os nematoides estão entre os mais prejudiciais, com registro de perdas de até 100% (Charchar et al., 2009; Pinheiro, 2017). A alta suscetibilidade da alface a nematoides já foi comprovada em diferentes pesquisas (Charchar et al., 2000; Charchar et al., 2009; Rodrigues et al., 2012), sendo que as espécies *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood e *M. incognita* (Kofoid e White) Chitwood são as principais encontradas no Brasil (Freitas et al., 2012; Pinheiro, 2017).

Espécies de *Meloidogyne* são caracterizadas como fitoparasitas de hábito sedentário, obrigatórios de sistema radicular. O principal sintoma observado nas plantas infectadas é a formação de galhas nas raízes, que surge quando os juvenis de segundo estágio do nematoide inicia a formação do sítio de alimentação, induzindo hipertrofia e hiperplasia em células do parênquima do cilindro central (Williansom; Gleason, 2003), células adjacentes do córtex também são atingidas resultando na

formação de galhas, com isso, o sistema radicular é prejudicado, diminuindo a absorção de água e nutrientes disponíveis no solo (Hunt; Handoo et al., 2009). Na parte aérea, é possível observar plantas com folhas amareladas, de porte menor, ocorrendo murcha nos períodos mais quentes do dia e, quando visto a campo, os sintomas são observados em reboleiras que podem progredir no decorrer dos ciclos da cultura (Dias-Arieira et al., 2015; Pinheiro, 2017).

Medidas integradas de controle aliado ao aumento de matéria orgânica é a alternativa mais recomendada para diminuir a população do patógeno na área, uma vez que a erradicação do nematoide torna-se inviável (Pinheiro, 2017).

A mamona é uma planta cuja semente é utilizada para a extração de óleo de importante valor comercial. Apresenta em sua composição mais 85% de ácido ricinoleico sendo amplamente utilizado na indústria de lubrificantes. O resíduo obtido da prensagem da semente possui em sua concentração a ricina, substância com ação nematicida que é liberada no processo de decomposição, sendo responsável pela redução da população de nematoides no campo (Furlanetto & Santos, 2014).

Com base nesses benefícios, existem diversas possibilidades de uso de produtos derivados da mamona que auxiliam na redução da população de nematoides, dentre eles: a torta de mamona, o extrato aquoso, o farelo de mamona, a incorporação da folha ao solo e a consorciação da mamona com outra cultura (Dinardo-Miranda & Fracasso 2010; Dong et al. 2012; Salim et al. 2016).

A torta de mamona é o principal subproduto da cultura, elaborada a partir da extração do óleo de suas sementes (Severino et al. 2006). As presenças de compostos orgânicos reduzem a população de nematoides (Pedroso et al. (2019). Para *M. incognita* na cultura do tomateiro, a incorporação de folhas frescas de mamona reduziu a incidência e a severidade das galhas de *Meloidogyne* spp. e melhoraram o desenvolvimento, com o aumento da massa fresca (Melo and Serra 2019).

O uso de extratos vegetais também é direcionado para a identificação de substâncias bioativas que possam ser empregadas no manejo integrado de doenças (CASTRO, A.G. 1989; ISMAN, M.B. 2000). Extratos de outras espécies vegetais também têm sido estudadas no controle desses patógenos com resultados

promissores, como é o caso da erva-de-santa-maria (*Chenopodium ambrosioides* L.), diferentes espécies de plantas daninhas e da mamona (*Ricinus communis* L.) (Mashela, P. W 2002; Melo, A.F.S 2006; Lopes et al., 2019).

Outra forma de uso é através da biodigestão anaeróbica de restos culturais da mamona. Este método é utilizado para o tratamento de resíduos poluidores ao meio ambiente e ao solo. Consiste na degradação de compostos orgânicos em substâncias simples, como metano e dióxido de carbono, que ocorrem através da interação de microrganismos que atuam na ausência de oxigênio (Duarte-Neto et al., 2010). Nos processos de biodigestão, a degradação da matéria orgânica está relacionada à ação de microrganismos procarióticos anaeróbios facultativos e obrigatórios que realizam a decomposição do material (Alvarez et al., 2006; Côté et al., 2006).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência do uso de derivados da parte aérea da mamona, derivado de biodigestão e extrato aquoso da parte aérea fresca e seca na eclosão de ovos de *M. javanica in vitro* e, de concentrações de parte aérea de mamona incorporada ao solo *in vivo*.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

Obtenção do derivado de biodigestor

Para obtenção do derivado de biodigestor da parte aérea da mamona, preparou-se um biodigestor usando dois recipientes de polietileno, com capacidade para 2 L (garrafas PET), interligadas entre si por uma mangueira de borracha (Figura 01). Em um dos recipientes foi adicionado 100 g da parte aérea fresca da mamona 'IAC80' previamente triturada em liquidificador a rotação máxima durante 1 minuto, completando o volume para 1 L, pela adição de água destilada, enquanto no outro recipiente adicionou-se somente 1,5 L de água destilada. No recipiente contendo a mistura com a parte aérea fresca da mamona, a mangueira foi adicionada e mantida a 10 cm da superfície do líquido e, no outro, a mangueira foi imersa na água. Em ambos, o contato entre a mangueira e o recipiente foi totalmente vedado evitando a entrada e saída de ar. Desta forma, os gases liberados no processo de decomposição saíam do recipiente contendo a mistura, diretamente para a água do outro recipiente, a qual evitava a entrada de ar. A decomposição foi mantida durante 60 dias a

temperatura de 28°C dentro da casa de vegetação. Posteriormente, o material biodigerido foi filtrado usando papel filtro qualitativo com gramatura de 80 g m⁻² e porosidade de 03 micras.

Figura 01: Derivado de Biodigestor de garrafas pet com macerado de parte aérea de mamona fresca



Obtenção dos extratos aquosos da parte aérea fresca e desidratada

Para obtenção dos extratos aquosos da parte aérea fresca da mamona, 100 g da parte vegetativa (caule e folhas) 'IAC80' foram macerados com auxílio de cadinho e carborundum, com o intuito de promover o rompimento das células vegetais. Para o extrato aquoso da parte aérea desidratada, 100 g da parte vegetativa foram colhidas e colocadas em sacos de papel e dispostas em estufa de fluxo de ar forçado a 40 °C para serem desidratadas até a massa constante. Em seguida, foi adicionado 1 L de água destilada e a mistura agitada em liquidificador para promover a homogeneização do material. Posteriormente, a solução foi filtrada usando papel filtro qualitativo com gramatura de 80 g m⁻² e porosidade de 03 micras respectivamente.

Eclosão de juvenis de *Meloidogyne javanica* expostos ao derivado de biodigestor e extratos aquosos da parte aérea da mamona

Os experimentos foram conduzidos no laboratório de Nematologia Agrícola da Faculdade de Ciências Agrônômicas em Botucatu, SP pertencente a Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Seguiu o delineamento inteiramente casualizado em fatorial 3 x 5, em que o primeiro fator corresponde aos métodos de extração citados acima, e o segundo fator as diluições do extrato (0, 5, 10, 15 e 20 mL), com cinco repetições. Para isso, em potes foram adicionados as concentrações de extrato bruto (0, 5, 10, 15 e 20%) (Figura02) juntamente com 500 ovos de *M. javanica* e completado com água destilada para ajuste do volume final de 50mL e, foram mantidos em BOD a 26°C por 7 dias em duas épocas diferentes. Para obtenção de ovos (teste de eclosão), seguindo a metodologia proposta por Hussey e Barker (1973), onde raízes de tomateiro cv. Rutgers mantidos em casa de vegetação, infectadas com população pura do nematoide foram colocadas dentro de um becker com capacidade para 1 L, contendo solução de hipoclorito de sódio a 0,5%, devidamente vedado. O recipiente contendo o sistema radicular cortado em 5 centímetros e a solução foram agitados manualmente, para que os ovos pudessem se desprender das massas de ovos externas as raízes. Em seguida, a suspensão foi vertida em peneiras de 60 e 400 mesh, sob água corrente, recolhendo os ovos retidos na última peneira (400 mesh) e armazenados em um béquer com capacidade de 1 L. Após isto, foi realizada a contagem dos ovos em câmara de Peters, sob microscópio de luz.

Após sete dias de incubação realizou-se a contagem em lâmina de Peters sob microscópio de luz do número de J2 (juvenis de segundo estágio). Ambos foram apresentados em porcentagem, sendo os dados submetidos à análise de variância e teste de regressão.

Figura 02: Ovos de *M. javanica* incubados em diferentes porcentagens (0, 5, 10, 15 e 20%) de extratos e derivados de biodigestor da parte aérea de mamona fresca, seca e biodigerida



Incorporação da parte aérea fresca da mamona em diferentes doses

Obtenção da parte aérea triturada

Inicialmente, a mamona 'IAC80' foi semeada em bandejas de poliestireno contendo 120 células sob o substrato comercial Bioplant®. Aos 15 dias após a germinação, as plântulas foram transplantadas para vasos com capacidade de 2 L de solo contendo: solo, área e esterco bovino do tipo 1:1:1 (v:v). As plantas foram cultivadas até a fase vegetativa. Posteriormente, foi realizado a coleta das partes aéreas (caule e folhas) de plantas de mamona 'IAC80', após 80 dias de cultivo. Estas foram lavadas em água corrente e cortadas em 1 centímetro aproximadamente. Após isto, foram submetidas a trituração em liquidificador durante 5 minutos e, incorporadas em diferentes doses, sendo: 0 (testemunha); 5; 10; 15, 20 e 25 kg ha^{-1} em solo infestado com *M. javanica*.

Aplicação dos tratamentos e condução do experimento

Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação (coordenadas geográficas latitude (22° 50' 48" S), longitude (48° 26' 06" W) e altitude de 817,74 m), da Faculdade de Ciências Agrônômicas – Botucatu, SP pertencente a Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" e avaliados no Laboratório de Nematologia Agrícola, pertencente ao Departamento de Proteção de Plantas da mesma instituição

em delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos e cinco repetições. Sendo conduzidos em duas épocas distintas: Experimento 1 de março a abril e Experimento 2 de agosto a setembro de 2018.

Amostra da parte aérea da mamona foi submetida à análise química laboratorial, cujo resultado apontou a presença de 43,40 g kg⁻¹ de nitrogênio; 5,83 g kg⁻¹ de fósforo; 1,32 g kg⁻¹ de potássio; 0,33 g kg⁻¹ de cálcio; 0,08 g kg⁻¹ de magnésio; 8,43 g kg⁻¹ de enxofre; 23,75 g kg⁻¹ de ferro; 3,60 g kg⁻¹ de manganês; 0,88 g kg⁻¹ de cobre; 4,42 g kg⁻¹ de zinco; 3,67 g kg⁻¹ de boro; além de 54,37 % de carbono orgânico e 93,51 % de matéria orgânica.

Para a reprodução do nematoide, plântulas de tomateiro cv. Rutgers foram produzidas em bandejas de poliestireno usando o substrato comercial Bioplant®. Quinze dias após a germinação, as mesmas foram transplantadas para vasos com capacidade de 2 L, contendo mistura de solo: areia (2:1), previamente autoclavado a 120 °C por 2 horas.

Três dias após o transplântio, as mudas foram inoculadas com 5.000 ovos e eventuais juvenis de segundo estágio (J2) de *M. javanica*. A suspensão foi calibrada para 2.500 ovos e eventuais J2 mL⁻¹, utilizando-se lâmina de Peters para contagem dos nematoides, sob microscópio de luz e depositado em dois orifícios equidistantes, abertos no solo ao redor da planta e cultivados durante 60 dias. O inóculo utilizado foi obtido de população pura do nematoide, mantida em raízes de tomateiro cv. Rutgers, cultivados em casa de vegetação e extraídos de acordo com a metodologia proposta por Hussey e Barker (1981).

Após 60 dias, a parte aérea do tomateiro foi descartada e o solo revolvido. Em seguida, incorporou-se doses da parte aérea fresca da mamona triturada. Posteriormente, cada vaso recebeu uma plântula de alface 'Vera' com o segundo par de folhas totalmente expandidas. Decorridos 45 dias após a incorporação do triturado da parte aérea da mamona, as plantas de alface foram coletadas separando-se a parte aérea das raízes. O sistema radicular foi cuidadosamente lavado, colocado sobre papel absorvente para eliminação do excesso de água e, em seguida, determinou-se a massa fresca de raízes em balança semianalítica. Em seguida, foi avaliado o índice de galhas e índice de massa de ovos de acordo com a metodologia

proposta por Taylor & Sasser (1978) e, procedeu-se a extração dos nematoides, de acordo com a metodologia citada para obtenção dos nematoides. Por fim, avaliou-se o número de ovos e juvenis de segundo estágio (J2), em lâmina de Peters, sob microscópio de luz, sendo o número total de nematoides dividido pela massa de raízes, obtendo-se o parâmetro ovos + J2 por grama de raízes = NgRaiz⁻¹.

Na parte aérea avaliou-se a massa fresca e seca, sendo esta última obtida após secagem em estufa de circulação forçada de ar, a 65 °C, até a massa constante. Para atender os pressupostos de normalidade, os dados foram transformados $\sqrt{x+0,5}$ e submetidos a análise de variância e regressão a 5% de probabilidade, usando o programa estatístico sisvar (Ferreira, 2011).

Figura03: Plantas de tomateiro inoculadas com *Meloidogyne javanica* e cultivadas durante 90 dias para a reprodução do nematoide



Figura 04: Diferentes doses (0, 5 10, 15, 20 e 25 kg/ha) de parte aérea de mamona triturada e incorporada ao solo após a retirada da parte aérea de plantas de tomateiro infectados com *Meloidogyne javanica* cultivados durante 90 dias



Figura 05: Plantas de alface tratadas com diferentes doses (0, 5,10,15,20 e 25kg/ha) de parte aérea de mamona fresca e cultivadas durante 45 dias em solo infestado com *M. javanica*



Figura 06: Comparação das diferentes doses (0,5,10,15,20 e 25 kg/ha) de parte aérea de mamona triturada e incorporada em solo infestado com *M. javanica*



2.3 RESULTADOS

Independente da forma de aplicação da parte aérea da mamona, como extrato, derivado de biodigestão ou incorporada ao solo, os tratamentos proporcionaram reduções na eclosão e na população do nematoide *in vitro* e em casa de vegetação.

ECLOSÃO DE JUVENIS DE *M. JAVANICA* INCUBADOS EM DERIVADOS DE BIODIGESTOR E EXTRATOS AQUOSOS DA PARTE AÉREA DA MAMONA

Pela análise de regressão, foram aplicados os ajustes quadráticos para porcentagem de eclosão de juvenis de *M. javanica* mediante à aplicação de doses crescentes de extratos aquosos e derivados de biodigestão oriundos da parte aérea da mamona.

No experimento 1, o extrato aquoso oriundo da parte aérea seca da mamona inibiu a eclosão em 0,4% na concentração de 14,35% (Figura 1A), sendo inferior a testemunha (dose 0) com eclosão de 9,6%. Resultados semelhantes foram encontrados no segundo experimento onde a concentração de 14,80% apresentou 0,44% de eclosão, e a testemunha 10,8% (Figura 1A).

A porcentagem de eclosão de nematoides submetido a incubação com o extrato da parte aérea fresca chegou a 15%, na melhor concentração 14,34% na testemunha (dose 0) a porcentagem foi de 75%. Para o experimento 2 a porcentagem de eclosão chegou a 6% com a melhor concentração de 14,84%, na testemunha (dose 0) a eclosão foi superior 85% (Figura 2A).

As porcentagens de eclosão submetidas ao derivado da parte aérea biodigerida foram de 0,32% para o experimento 01 na concentração 14,86%. Na testemunha (dose 0) as porcentagens chegaram a 11,4%. Para o experimento 2 ocorreu 1% de eclosão na concentração de 22,05% e de 10,4% para a testemunha (dose 0) (Figura 3.A).

De maneira geral, a incubação de ovos de *M. javanica* aos extratos e derivados de biodigestão promoveram reduções nas porcentagens de eclosão *in vitro*.

1.A

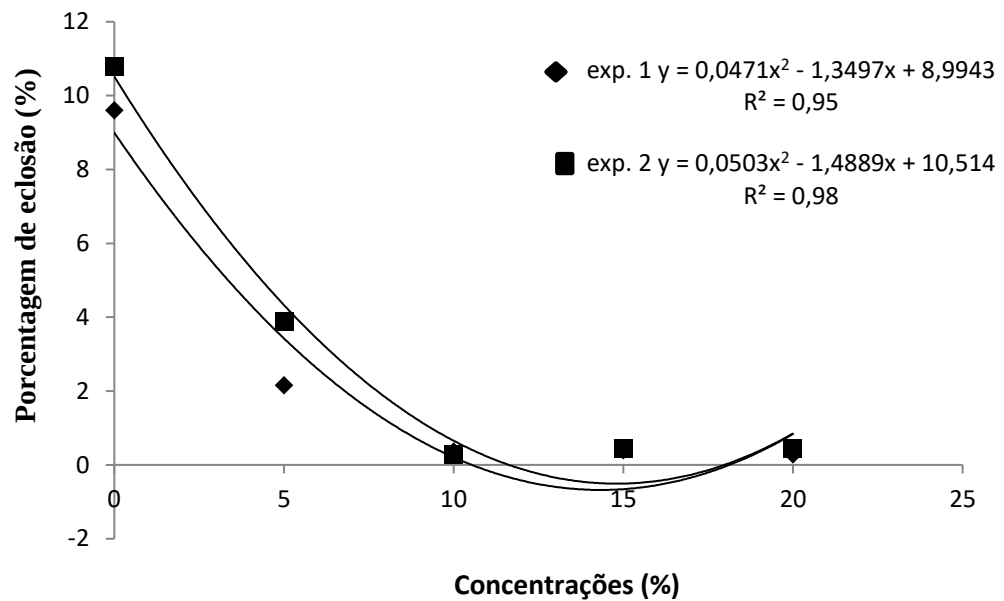


Figura 1 A: Porcentagem de eclosão de *Meloidogyne javanica* em função da aplicação de concentrações (%) do extrato aquoso da parte aérea seca de plantas de mamona 'IAC80' avaliados após 07 dias de incubação em BOD a 26°C. Experimento 1: Fevereiro, 2018; Experimento 2: Abril 2018

2.A

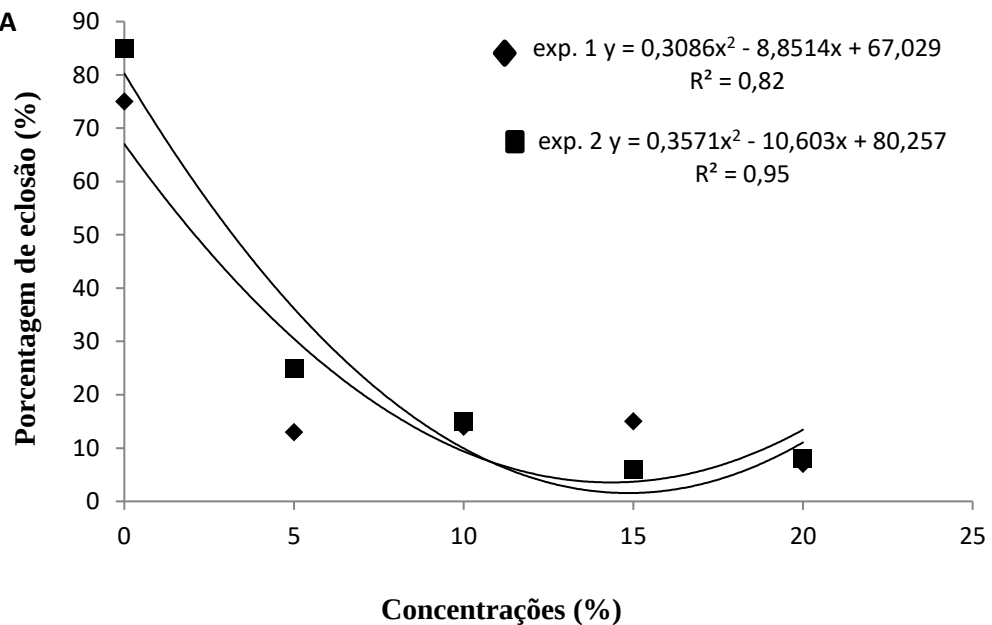


Figura 2 A: Porcentagem de eclosão de *Meloidogyne javanica* em função da aplicação de concentrações (%) do extrato aquoso da parte aérea fresca de plantas de mamona 'IAC80' avaliados após 07 dias de incubação em BOD a 26°C. Experimento1: Fevereiro 2018; Experimento 2: Abril 2018

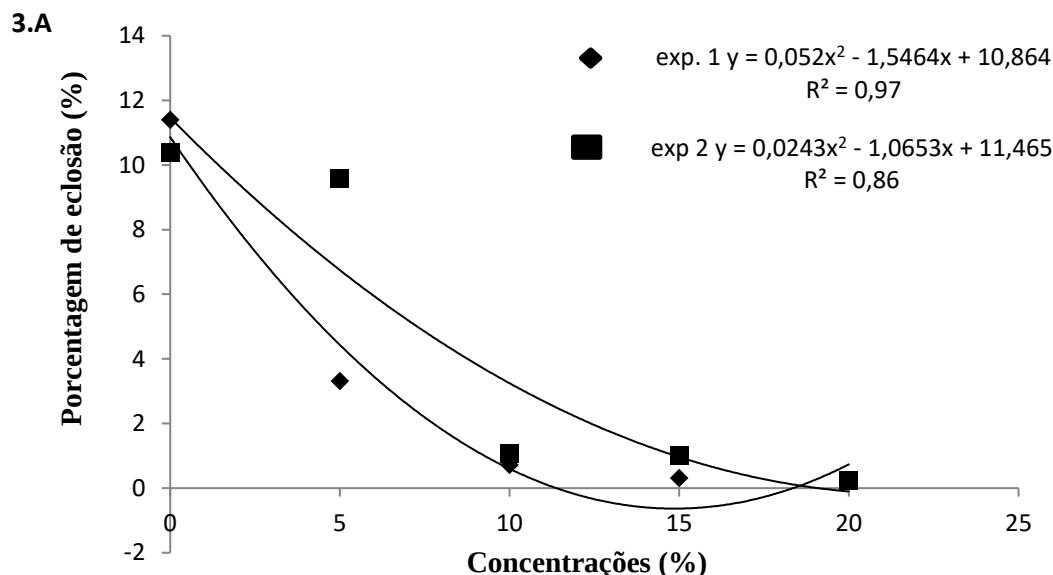


Figura 3 A: Porcentagem de eclosão de *Meloidogyne javanica* em função da aplicação de concentrações (%) do derivado biodigerido obtido da parte aérea de plantas de mamona 'IAC80' avaliadas após 07 dias de incubação em BOD a 26°C. Experimento1: Fevereiro, 2018; Experimento2: Abril 2018

INCORPORAÇÃO PARTE AÉREA FRESCA DA MAMONA EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES

Em ambos os experimentos, a parte aérea fresca triturada da mamona reduziu a multiplicação dos nematoides, sendo indicativo de uso a campo sem que o produtor deixe de produzir a cultura de interesse. A incorporação ao solo da parte aérea fresca da mamona triturada reduziu a população de nematoide total, sendo que a melhor concentração foi quando incorporado 19,47 t/ha⁻¹ da parte aérea da mamona triturada para o experimento 01 e 19,87 t/ha⁻¹ para o experimento 02 (Figura 4A). Para nematoide por grama de raízes (NgRaiz⁻¹) também foram observadas reduções, sendo a melhor concentração quando incorporado 19,64 t/ha⁻¹ da parte aérea da mamona triturada ao solo para o experimento 01 e 19,20 t/ha⁻¹ para o experimento 02 (Figura 5A).

Não houve diferença estatística para a aplicação da parte aérea triturada da mamona superficialmente no solo para massa fresca de parte aérea (MFPA), para massa seca de parte aérea (MSPA) e para massa fresca de raiz (MFR) da alface ($P < 0,5$).

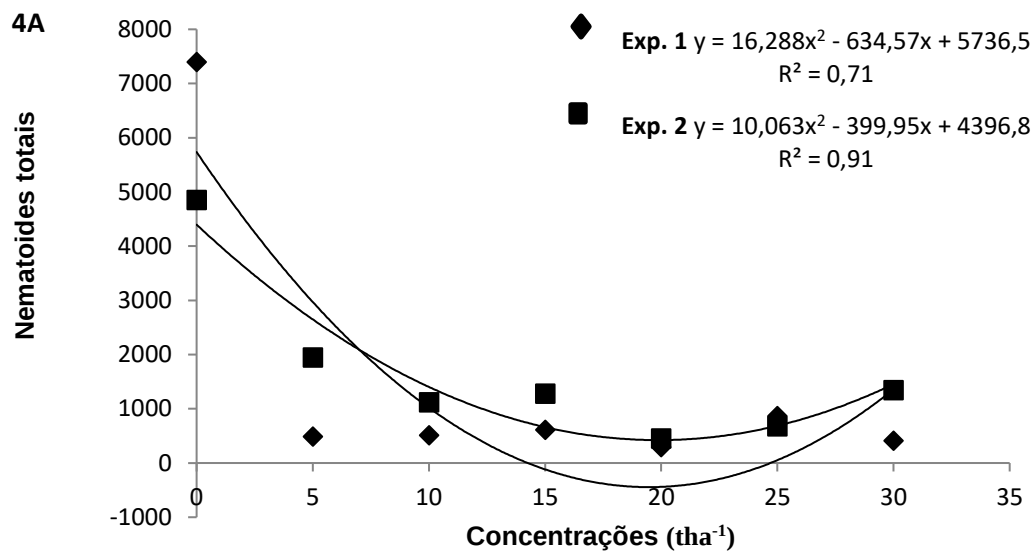


Figura 4A: Nematoides totais em plantas de alface cultivadas em casa de vegetação, submetidas a tratamentos com concentrações (tha^{-1}) crescentes de parte aérea fresca triturada de mamona incorporada superficialmente ao solo para o controle de *Meloidogyne javanica* em casa de vegetação. Experimento 1 Abril, 2018; Experimento 2 Setembro, 2018

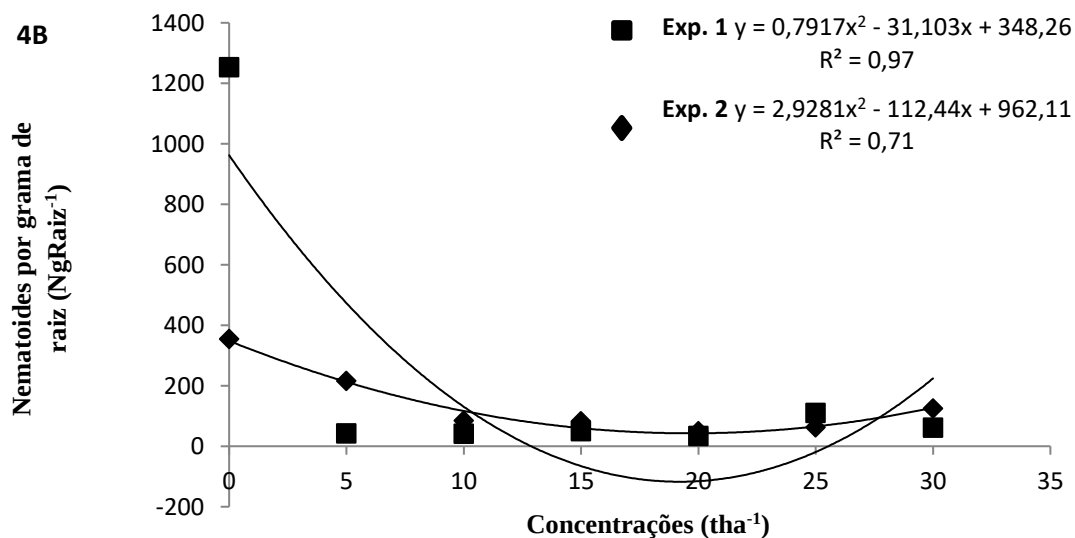


Figura 5A: Nematoides por grama de raízes (NgRaiz⁻¹) de plantas de alface cultivadas em casa de vegetação, submetidas a tratamentos com concentrações crescentes de parte aérea fresca triturada de mamona incorporada superficialmente ao solo para o controle de *Meloidogyne javanica*. Experimento 1 Abril, 2018; Experimento 2 Setembro, 2018

2.4 DISCUSSÃO

A mamona vem sendo estudada para o controle de *Meloidogyne* spp. com resultados promissores nas culturas da alface e tomate em diferentes pesquisas (Dias-Arieira et al. 2015, Carneiro et al. 2016). O efeito nematocida de plantas da família Euforbiaceae ocorre quando inicia o processo de decomposição dos restos vegetais, onde a ricina é disponibilizada e ao reagirem com a enzima mirosinase formam compostos bioativos, conferindo efeito nematocida (Eberlein et al., 1998; Potter et al., 1998; Mazzola et al., 2001). A ricina é uma proteína altamente tóxica do grupo das lecitinas e que está presente em maior concentração no endosperma das sementes e em menor concentração no caule e folhas da mamona (Rich et al., 1989). Após a extração do óleo, fica concentrado na torta de mamona e é liberado durante a decomposição (DINARDO-MIRANDA; FRACASSO, 2010). Em certas concentrações, pode ser fitotóxica às plantas, pois é solúvel em água e facilmente absorvida pelo sistema radicular (Mazzola et al., 2001).

Pouco se sabe sobre o estudo de extratos no controle da eclosão de juvenis de *M. javanica* *in vitro*. Entretanto, o uso de resíduos como a torta de mamona, óleo mineral, farelo de mamona, folhas e hastes frescas e secas promovem à redução da população de espécies de *Meloidogyne* e melhora o desenvolvimento da planta (Pedroso, 2016).

Estudos com a incorporação de tortas vegetais de outras culturas também foram mencionados por Reardon et al. (2013), que ao incorporar a torta de mostarda marrom, obtiveram reduções de populações mistas de nematoides no solo. Além disso, a aplicação do óleo de mostarda em parte aérea promoveu reduções na população de *M. incognita* (Akhtar e Mahmood, 1993) e *M. javanica* (Neves et al., 2007).

A incorporação de restos vegetais de colza (*Brassica napus*) e crambe ocasionaram reduções na germinação e atraso na emergência de plântulas de milho, além de diminuir o comprimento da raiz e a massa seca de parte aérea (Spiassi et al.,

2011). Walker (1996) observou efeito fitotóxico em plantas de tomate, quando aplicado 1% (v:v) da torta de crambe em recipientes de 0,33 L, e relatou também que o efeito fitotóxico diminuiu após três semanas da incorporação da torta no solo. Desta forma, o processo de fermentação inicial da parte aérea da mamona pode ter liberado ácidos e gases tóxicos a nematoides, como observado para outras fontes de matéria orgânica (Sediyama et al., 2008; Raij, 2011).

A liberação de compostos nematicidas no processo de decomposição da parte aérea da mamona e o elevado teor de matéria orgânica podem ter contribuído para o controle direto do nematoide (Dinardo-Miranda; Fracasso, 2010) e, indiretamente, favorecem as características biológicas, físicas e químicas do solo (Stirling, 1991; McSorley e Gallaher, 1995). Diversas fontes de matéria orgânica têm capacidade de redução da população de nematoides pela liberação de compostos voláteis tóxicos e nematicidas resultantes da sua decomposição (Silva et al., 2016). Soma-se a isto, a alta concentração de nitrogênio, contribuindo com a redução na população do patógeno (Rodríguez-Kábana, 1986), visto que o nitrato de amônia pode promover a plasmólise de células em nematoides (Spiegel et al., 1987).

Apesar da escassez de trabalhos relacionados ao uso da parte aérea da mamona para o controle de nematoides, há inúmeras pesquisas que comprovam a eficiência do uso de resíduos orgânicos no controle destes patógenos (Alam et al., 1980; Singh et al., 1988; Mashela e Nthangeni, 2002; Lopes et al., 2009; Dias-Arieira et al., 2015). Para todas elas, há hipóteses de que a decomposição de compostos orgânicos liberam substâncias no solo, incluindo ácidos húmicos e ácidos fúlvicos, como os encontrados na cama de aviário ou nos resíduos da produção de animais (Dias et al., 1999; Dias e Ferraz, 2000; Dias et al., 2001), a ricina, encontrada na torta de mamona ou no bokashi (Dutra et al., 2006; Roldi et al., 2013), e glicosinolatos, em plantas da família das brassicaceae (Eberlein et al., 1998; Potter et al., 1998; Mazzola et al., 2001). A eficiência destes materiais em controlar nematoides podem variar com as concentrações, origem dos subprodutos e composição.

O laudo da análise química da parte aérea da mamona fresca permite inferir que além de fornecer alguns nutrientes essenciais, apresentam elevada concentração de matéria orgânica (Villa Bôas et al., 2004). Alguns relatos mostram que plantas bem

nutridas são capazes de suportar maiores ataques de patógenos (McSorley & Gallaher, 1995; Sharma et al., 2000). Além disso, os nutrientes podem atuar em rotas metabólicas no processo de indução de resistência de plantas em resposta ao ataque de nematoides (Schnug et al., 1995; Wang et al., 2003; Walters e Bringham, 2007; Lenz et al., 2011).

Resultados semelhantes foram observados com a aplicação de derivados orgânicos por Tavares-Silva et al. (2015), nas maiores concentrações de torta de crambe (2,5 e 5,0% do volume de solo) as sementes de soja não germinaram. Por outro lado, resultados obtidos por Dias-Arieira et al. (2015), nos quais a aplicação de 20 g da torta de crambe em 2 L de solo aumentou de 27 a 50% a massa fresca da parte aérea e de 14 a 23% o peso da raiz da alface. Alguns fatores podem ter contribuído para a diferença nestes resultados, entre eles, a composição da torta de mamona, o período de permanência das plantas, a espécie cultivada e o volume de solo utilizado.

Os dados indicam que é necessário cuidado com o uso de elevadas concentrações de compostos orgânicos, pois a alta concentração de alguns micronutrientes como manganês e ferro, favorecem o balanço redox celular, levando a oxidação do sistema radicular, sendo desencadeados pela planta sintomas morfológicos, bioquímicos e fisiológicos refletindo em queda no desenvolvimento da planta (Hell e Stephan, 2003). Além disto, a ricina e seus derivados, citados como possíveis responsáveis pelo controle do nematoide, podem ter efeito alelopático no desenvolvimento vegetativo (Rich et al., 1989).

Vale salientar que a incorporação superficial da parte aérea da mamona não diferiu da testemunha. Sabe-se que plantas cultivadas em áreas comerciais, em geral, apresentam menos estresse, por não haver limitação física para o desenvolvimento vegetativo e pelos microrganismos que aceleram a decomposição da matéria orgânica. Assim, estudos complementares a campo, devem ser conduzidos para confirmação dos resultados.

2.4 CONCLUSÕES

Os extratos aquosos e derivados de biodigestão oriundos da parte aérea de plantas de mamona foram eficientes na redução da eclosão de ovos de *M. javanica* *in vitro*.

Em casa de vegetação, foram observados reduções de até 98% na população de nematoides totais. Sendo que a concentração próxima de 20 t/ha⁻¹ foi eficiente na redução da população de nematoides no sistema radicular de plantas de alface cultivadas em casa de vegetação.

REFERÊNCIAS

- AKHTAR, M.; MAHMOOD. I.; Control of plant parasitic nematodes with nim in and some plant oils by bare-root dip treatment. **Nematologia Mediterrânea**, Florida, v.21, n.1, p.89-92, 1993.
- ALVAREZ, R.; VILLCA, S.; LIDÉN, G. Biogas production from llama and cow manure at high altitude. **Biomass and Bioenergy**, Aberdeen, v.30, n.3, p.66-75, 2006.
- BETTIOL, W.; TRATCH, R.; GALVÃO, J.A.H. Controle de doenças de plantas com biofertilizantes. **Centro Nacional de Pesquisa do Meio Ambiente**. Jaguariúna, v.8, n.2, p.11-22, 1997.
- CASTRO, A. G. Defensivos agrícolas como um fator ecológico. Jaguariúna: **EMBRAPA, CNPDA**, 1989. 20p.
- CHARCHAR, J.M. *Meloidogyne* spp. em hortaliças. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE NEMATOLOGIA TROPICAL, 19, 1995. Rio Quente. **Anais**. Brasília: SBN, 153p.
- CHARCHAR, J.M.; VIEIRA, J.V.; FACION, C.E. Controle de nematoides das galhas em cenoura através de rotação de culturas. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.20, n.6, p.123-135, 2000.
- CHARCHAR, J.M; VIEIRA, J.V.; OLIVEIRA, V.R.; MOITA, A.W. Cultivo e incorporação de leguminosas e gramíneas no controle de *Meloidogyne incognita* raça 1 em cenoura. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.33, n.8, p.139-146, 2009.
- CONAB-COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da Safra Brasileira. SAFRA 2016/17- Primeiro levantamento outubro 2016 Monitoramento agrícola – Safra 2016/2017. Brasília: **Companhia Nacional de Abastecimento**, v.4, n.1, p.89-92, 2016.

CÔTÉ, C.; MASSE, D.I.; QUESSY, S. Reduction of indicator and pathogenic microorganisms by psychrophilic anaerobic digestion in swine slurries. **Bioresource Technology**, Oxford, v.97, n.1, p.686-691, 2006.

DIAS, C.R.; SCHWAN, A.; FERRAZ, S. Efeito da adubação à base de esterco de galinha poedeira sobre a população de *Meloidogyne incognita* no solo. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.24, n.1, p.59-64, 1999.

DIAS-ARIEIRA, C.R.; FERRAZ, S.; RIBEIRO, R.C.F. Reação de gramíneas forrageiras a *Pratylenchus brachyurus*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.33, n.1, p. 203-207, 2009.

DIAS-ARIEIRA, C.R.; MATTEI, D.; PUERARI, H.H.; RIBEIRO, R.C.F. Use of organic amendments in the management of root-knot nematode in lettuce. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.33, n.6, p.488-492, 2015.

DIAS-ARIEIRA, C.R.; MATTEI, D.; PUERARI, H.H.; RIBEIRO, R.C.F. 2015. Use of organic amendments in the management of root-knot nematode in lettuce. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.33, n.7, p.488-492, 2015.

DUARTE-NETO, E.D; ALVARENGA, L.H.; COSTA, L.M.; NASCIMENTO, P.H.; SILVEIRA, R.Z.; LEITE, L.H.M. Implementação e avaliação de um biodigestor de produção descontínua. **E-xacta**, Bahia, v.3, n.2, p.36-42, 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**, Nebraska, v.12, n.1, p.712-718, 1998.

FREITAS, M.A.; PEDROSA, E.M.R.; MARIANO, R.L.R.; MARANHÃO, S.R.V.L. Screening *Trichoderma spp.* as potential agents for biocontrol of *Meloidogyne incognita* in sugarcane. **Nematropica**, Auburn, v.42, n.1, p.115-122, 2012.

HUNT, D.J.; HANDOO, Z.A. Taxonomy identification and principal species. In: PERRY R.N.; MOENS, N.; STARR, J.L. **Root-knot Nematodes**. Wallingford: Editora Office, 2009. p.55-97.

ISMAN, M. B. Plant essential oils for pest and disease management. **Crop Protection**, Guildford, v. 19, p. 603 - 608, 2000.

JAVED, N.; GOWEN, S. R.; El-Hassan, S.A.; INAM-UL-HAQ, M.; SHAHINA, F.; PEMBROKE, B. Efficacy of neem (*Azadirachta indica*) formulations on biology of root-knot nematodes (*Meloidogyne javanica*) on tomato. **Crop Protection**, Guildford, v. 27. p.36 - 43, 2008.

JAVED, N.; GOWEN, S. R.; INAM-UL-HAQ, M.; ABDULAH, K.; SHAHINA, F. Systemic and persistent effect of neem (*Azadirachta indica*) formulation against root - knot nematodes, *Meloidogyne javanica* and their storage life. **Crop Protection**, Guildford, v. 26, p. 911 - 916, 2006.

LENZ, G.; COSTA, I.F.D.; ARRUE, A.; CORADINI, C.; DRESSLER, V.L.; MELLO, P.A. Severidade de doenças e manutenção da área foliar verde em função da aplicação de micronutrientes e fungicidas em trigo. **Summa Phytopathologica**, São Paulo, v.37, n.2, p.119-124, 2011.

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. **Phytopathology**, St. Paul, v. 150, p. 399 - 402, 2002.

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**, New York, v.91, n.7, p.673-679, 2001.

McSORLEY, R.; GALLAHER, R.N. Cultural practices improve crop tolerance to nematodes. **Nematropica**, Florida, v.25, n.7, p.53-60, 1995.

McSORLEY, R.; GALLAHER, R.N. Cultural practices improve crop tolerance to nematodes. **Nematropica**, Auburn, v.25, n.7, p.53-60, 1995.

MELLO, A. F. S.; MACHADO, A. C. Z.; INOMOTO, M. M. Potencial de Controle da Erva-de-Santa-Maria sobre *Pratylenchus brachyurus*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 31, p. 513 - 516, 2006.

MITCHUM, M.G.; HUSSEY, R.S.; BAUM, T.J.; WANG, X.; ELLING, A.; WUBBEN, M.; DAVIS, E.L. Nematode effector proteins: an emerging paradigm of parasitism. **New Phytology Journal**, Coréia, v.199, n.8, p.879-894, 2013.

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.

NICO, A.I.; JIMÉNEZ-DÍAZ, R.M.; CASTILLO, P. Control of root-knot nematodes by composted agroindustrial wastes in potting mixtures. **Crop Protection**, New York, v.23, n.3, p.581-587, 2004.

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, p. 171 -178, 2005.

PINHEIRO, J.B.; AMARO, G.B.; PEREIRA, R.B. Ocorrência e controle de nematoides em hortaliças folhosas. Circular técnica. **Embrapa Hortaliças**, Brasília, v.89, n.10, p. 06-10, 2013.

PINHEIRO, J.B.; AMARO, G.B.; PEREIRA, R.B. Ocorrência e controle de nematoides em hortaliças folhosas. Circular técnica. **Embrapa Hortaliças**, Brasília, v.89, n.10, p. 10-15, 2013.

POTTER, M.J.; DAVIES, K.; RATHJEN, A.J. Suppressive impact of glucosinolates in Brassica vegetative tissues on root lesion nematode. *Pratylenchus neglectus*. **Journal Chemical Ecology**, Australia, v.24, n.8, p.67-80, 1998.

RAIJ, B. Van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C.

Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2.ed. rev. e atual. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1997. 285p. (Boletim Técnico, 100).

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 & Biochemistry**, New York, v.57, n.1, p.22-29, 2013.

RODRIGUES, C.S.; PINHEIRO, J.B.; SUINAGA, F.A.; PEREIRA, R.B.; CARVALHO, A.D.F. Seleção preliminar de cultivares de alface para resistência ao nematoide das galhas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.30, n.6, p.2048-2054, 2012.

RODRÍGUEZ-KÁBANA, R.; KOKALIS-BURELLE, N.; ROBERTSON, D.G.; KING, P.S.; WELLS, L. W. Rotations with coastal bermudagrass, cotton, and bahiagrass for management of *Meloidogyne arenaria* and southern blight in peanut. **Journal of Nematology**, Florida, v.2, n.26, p.665-668, 1994.

ROLDI, M.; DIAS-ARIEIRA, C.R.; ABE, V.H.F.; MATTEI, D.; SEVERINO, J.J.; RODRIGUES, D.B.; CAZADO, J.F. Agroindustrial waste and sewage sludge in the *Pratylenchus brachyurus* control and maize plant development. **Acta Agriculturae Scandinavica**, London, v.63, n.5, p.283-287, 2013a.

ROLDI, M.; DIAS-ARIEIRA, C.R.; SEVERINO, J.J.; SANTANA, S.M.; DADAZIO, T.S.; MARINI, P.M.; MATTEI, D. Use of organic amendments to control *Meloidogyne incognita* on tomatoes. **Nematropica**, Flórida, v.8, n.3, p.230-245, 2013b.

SCHNUG, E.; HANEKLAUS, S.; BORCHERS, A.; POLLE, A. Relations between sulphur supply and glutathione as influenced and glucosinolate concentrations in *Brassica napus* variets. **Journal Plant Nutritional**, New York, v.158, n.2, p.67-70, 1995.

SEDIYAMA, M.A.N.; VIDIGAL, S.M.; PEDROSA, M.W.; PINTO, C.L.O.; SALGADO, L.T. Fermentation of pig manure for use as an organic fertilizer. **Revista Brasileira**

de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 12, n.3, p.638–644, 2008.

SHARMA, R.D.; SILVA, J.E.; RESCK, D.V.S.; GOMES, A.C. Dinâmica de população de fitonematoides em solo tratado com lodo de esgoto em cultivos de milho.

Nematologia Brasileira, Piracicaba, v.24, n.1, p.37-40, 2000.

SPIASSI, A.; FORTES, A.M.T.; PEREIRA, D.C.; SENEM, J.; TOMAZONI, D.

Allelopathy of winter cover straws on the initial maize growth. **Ciências Agrárias**, Lisboa, v.32, n.3, p.577-582, 2011.

STIRLING, G.R. **Biological control of plant parasitic nematodes: Progress, problems and prospects**. Wallingford: Editora CAB International, 1991, p.282.

TAVARES-SILVA, C.A.; DIAS-ARIEIRA, C.R.; ROGERIO, F.; PUERARI, H.H.; MATTEI, D.; BENETOLI DA SILVA, T.R.; FERRARESE-FILHO, O. Control of *Meloidogyne javanica* and *Pratylenchus brachyurus* with crambe presscake.

Nematropica, Florida, v.45. n.2, p.130-147, 2015.

VILLAS-BÔAS, R.L.; PASSOS, J.C.; FERNANDES, M.; BÜLL, L.T.; CEZAR, V.R. S. Efeito de doses e tipos de compostos orgânicos na produção de alface em dois solos sob ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.3, p.28-34, 2004.

WALKER, J.T. Crambe and rapeseed meal as soil amendments: Nematicidal potential and phytotoxic effects. **Crop Protection**, New York, v.15, n.6, p.433-437, 1996.

WALTERS, D.R.; BINGHAM, I.J. Influence of nutrition on disease development caused by fungal pathogens, implications for plant disease control. **Annals of Applied Biology**, v.151, n.5, p.307-324, 2007.

WANG, J.; ZHANG, J.; MA, Y.; WANG LI YANG, L.; SHI, S.; LIU, L.; SCNUG, E. Crop resistance to diseases as influenced by sulphur application rates. **World Fertize**, Beijing, v.1, n.6, p.1285-1296, 2003.

WILLIAMSON, V.M.; GLEASON, C.A. Plant-nematode interactions. **Current Opinion in Plant Biology**, v.6, n.4, p.327-333, 2003.

CAPÍTULO 3

PARTE AÉREA DE MAMONA E MANEJO INTEGRADO DE *Meloidogyne javanica* NA CULTURA DA ALFACE EM CAMPO

RESUMO

O manejo integrado de nematoides e incorporação de matéria orgânica com ação nematicida melhora a microbiota do solo e reduz a população de nematoides. O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência da incorporação da parte aérea da mamona triturada com diferentes métodos de preparo do solo. Os tratamentos avaliados foram: I + AS: Incorporação da cultura anterior + alqueive seco; R + AU: Retirada da cultura anterior + alqueive úmido; I + AU: Incorporação da cultura anterior + alqueive úmido; R + IM + AS: Retirada da cultura anterior + incorporação da parte aérea da mamona + alqueive seco; R + IM + AU: Retirada da cultura anterior + incorporação da mamona + alqueive úmido; I + IM + AU: Incorporação da cultura anterior + incorporação da parte aérea da mamona + alqueive seco; I + IM + AS: Incorporação da cultura anterior + incorporação da parte aérea da mamona + alqueive seco; I + PL: Incorporação da cultura anterior + *P. lilacinum*; R + PL: Retirada da cultura anterior + *P. lilacinum*; I + PL + AU: Incorporação da cultura anterior + *P. lilacinum* + alqueive úmido; e por fim, R + PL + AS: Retirada da cultura anterior + *P. lilacinum* + alqueive seco. As combinações de manejo mostraram que a retirada do sistema radicular da cultura anterior e incorporação no solo da parte aérea da mamona triturada promoveram reduções na população dos nematoides. As médias variaram de 280 a 1.995 para o experimento 01, e de 100 a 467 nematoides totais para o experimento 02. Para os tratamentos que foram incorporados a parte aérea da mamona, ocorreu incremento de até 6 vezes no desenvolvimento vegetativo de plantas de alface a campo em comparação com a testemunha.

Palavras-chave: *Lactuca sativa* L.; Hortaliça; Manejo do solo; *Ricinus cumunis*.

ABSTRACT

The integrated management of nematodes and incorporation of organic matter with nematicidal action improves the soil microbiota and reduces the nematode population. The objective of this work was to evaluate the efficiency of incorporating the aerial part of the crushed castor with different soil preparation methods; Of which: I + AS: Incorporation of the previous crop + dry fallow; R + AU: Removal of the previous culture + wet file; I + AU: Incorporation of the previous culture + wet fallow; R + IM + AS: Removal of the previous culture + incorporation of the aerial part of the castor bean + dry fallow; R + IM + AU: Removal of the previous culture + incorporation of castor bean + wet fallow; I + IM + AU: Incorporation of the previous culture + incorporation of the aerial part of the castor bean + dry fallow; I + IM + AS: Incorporation of the previous

culture + incorporation of the aerial part of the castor bean + dry fallow; I + PL: Incorporation of the previous culture + P. lilacinum. R + PL: Removal of the previous culture + P. lilacinum and finally, I + PL + AU: Incorporation of the previous culture + P. lilacinum + wet fallow; R + PL + AS: Removal of the previous culture + P. lilacinum + dry fallow. The management associations incorporated that the removal of the root system from the previous culture and incorporation of the ground part of the crushed castor into the soil promoted reductions in the nematode population. The averages vary from 280 to 1,995 for experiment 01, and from 100 to 467 total nematodes for experiment 02. For the treatments that were incorporated to the aerial part of the castor, there was an increase of up to 6 times in the vegetative development of lettuce plants field compared to a witness.

Key-words: *Lactuca sativa* L.; Hortaliça; Soil management; *Ricinus cumunis*.

3.1 INTRODUÇÃO

O cultivo de olerícolas é de ciclo curto e existe a possibilidade de obtenção de vários cultivos da mesma espécie, ou de espécies distintas durante o ano, em campo aberto ou em sistema protegido (Pinheiro, 2017). Essa característica acarreta o surgimento de problemas fitossanitários de modo intenso quando comparado com culturas de ciclo longo (Rodrigues et al., 2012). Devido à alta suscetibilidade da maioria das culturas e do curto intervalo sem cultivo, os nematoides fitoparasitos são considerados um dos principais agentes causadores de doença no cultivo de olerícolas (Charchar et al., 2000; Charchar et al., 2009; Rodrigues et al., 2012).

As espécies *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood e *Meloidogyne incognita* (Kofoid e White) Chitwood são as mais agressivas e disseminadas no Brasil (Freitas et al., 2012; Pinheiro, 2017; Rosa et al., 2013a; Gonçalves, 2014; Lopes; Charchar 2006). As espécies de *Meloidogyne* são endoparasitas sedentários e o ciclo de vida varia entre 20 a 30 dias (Williansom; Gleason; 2003; Pinheiro et al., 2014). Após eclosão, os juvenis de segundo estágio (J2) penetram pela região de alongação do sistema radicular e induzem a modificação de células próximas do parênquima do cilindro central das raízes para sua alimentação e reprodução, em consequências, células do córtex também sofrem alterações originando as galhas. Ocorre, então, a compressão do cilindro central e sintomas reflexos são observados como amarelecimento das folhas, redução do crescimento, baixo vigor e murcha nas horas

mais quentes do dia (Podesta, 2015; Williansom; Gleason, 2003; Charchar et al., 2009).

O manejo integrado do solo é uma alternativa para diminuir a população do patógeno na área (Pinheiro, 2017). Uma opção é a incorporação de matéria orgânica, que além de melhorar a microbiota do solo, reduzem a população de nematoides. A introdução da matéria orgânica pode ser obtida através do cultivo de plantas com alta produção de massa verde ou por derivados da agroindústria e animais (Roldi et al., 2013a; Roldi et al., 2013b; Dias-Arieira et al., 2015).

A mamona é uma cultura bastante rústica, tolera altas temperaturas e produzem grande quantidade de massa verde. Além disso é recomendada para o controle de espécies de *Meloidogyne* com resultados promissores nas culturas de alface e tomate em diferentes pesquisas (Dias-Arieira et al. 2015, Carneiro et al. 2016). O controle acontece no momento da decomposição da massa, onde são liberados substâncias tóxicas a nematoides como a ricina e outros compostos que proporcionam melhoria na estrutura e fertilidade da rizosfera (Stirling et al., 1991; McSorley e Gallaher et al., 1995; Eberlein et al., 1998; Potter et al., 1998; Mazzola et al., 2001).

Além da incorporação de matéria orgânica, o manejo antes de implantar a cultura é fundamental para o desenvolvimento e estabelecimento inicial da cultura. Para *Meloidogyne* spp., alternativas como retirada do sistema radicular da cultura anterior, alqueive seco e úmido reduzem a população. No momento da retirada do sistema radicular, são também retirados os nematoides que permanecem no interior das raízes. No alqueive ocorre o estímulo da eclosão dos ovos quando é realizado o revolvimento da área. A adição de água estimula os juvenis a eclodirem, na ausência de raízes os nematoides morrem rapidamente por inanição (XU et al., 2001).

Outra alternativa é o controle biológico, que envolve a ação de organismos vivos, com atividade sobre o agente alvo. No que diz respeito às doenças ocasionadas por nematoides, os agentes de biocontrole são usualmente encontrados no solo, de onde se isolam as estirpes bacterianas ou fúngicas com maior potencial de controle, a partir da endosfera ou da rizosfera, sendo os organismos mais promissores, as bactérias e os fungos (Ferraz et al 2010).

Faltam estudos da influência da parte aérea da mamona incorporada ao solo em associação com alternativas de manejo de nematoides. Assim, este estudo teve como objetivo avaliar a eficiência de métodos de preparo do solo e incorporação da parte vegetativa da mamona na cultura da alface em condições de campo.

3.2 MATERIAIS E MÉTODOS

DADOS GERAIS DO EXPERIMENTO

Os experimentos foram desenvolvidos no campo experimental da fazenda experimental da Faculdade de Ciências Agronômicas pertencente a Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu - SP, localizada no município de São Manuel; Coordenadas geográficas: Latitude: 22° 44' 52" Sul, Longitude: 48° 35' 1" Oeste. Sendo o solo da área caracterizado como Latossolo vermelho Escuro – fase arenosa. O trabalho foi desenvolvido em blocos casualizados sendo: (11x12x2) 11 tratamentos, 12 repetições conduzidos na mesma época em áreas distintas e, avaliados 12 plantas por canteiro. Após a coleta, as plantas foram levadas para o laboratório de Nematologia Agrícola localizado na Faculdade de Ciências Agronômicas pertencente à Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu – SP para a avaliação.

PREPARO DO CAMPO EXPERIMENTAL

Para a multiplicação da população da espécie de *Meloidogyne* existente na área, foi realizado o preparo das áreas por meio de duas gradagem profunda e uma gradagem niveladora. Após o revolvimento do solo foi realizado a adubação de reposição de 200 kg ha^{-1} composta do adubo químico formulado com: nitrogênio, fósforo e potássio (NPK) com a formulação 10-10-10. Após o preparo da área e semeadura do quiabeiro ‘Santa cruz’ foram instalados sistema de irrigação por aspersão o qual era ligado 1 vez por dia e permaneciam irrigando por 20 minutos. O cultivo do quiabeiro permaneceu por 90 dias. No momento da floração do quiabeiro, foram coletadas amostras nematológicas em área total para a identificação e quantificação da população inicial. As raízes foram submetidas à metodologia de

extração de nematoides proposta por Hussey e Barker (1981) e quantificados em lâmina de Peters sob microscópio de luz.

Para a identificação e confirmação da espécie do nematoide, foram utilizadas técnicas moleculares. A extração do DNA genômico, seguiu a metodologia proposta por Worm Lysis Buffer (WLB) adaptado por Williams et al. (12); Carvalho et al. (2). Foram testados primers específicos para o gênero *Meloidogyne*. As bandas foram visualizadas e fotografadas em transiluminador de luz UV constatando que a espécie presente na área é *M. javanica*.

Antes do final da cultura do quiabeiro, os canteiros e as parcelas foram demarcados. Nos tratamentos com a incorporação da cultura anterior (quiabeiro), esta prática foi feita, assim como nos tratamentos com a retirada da cultura anterior. No fim do cultivo do quiabeiro foram levantados os canteiros compostos por 1 metro de comprimento e 50 cm de largura (Figura 10). O delineamento experimental foi fatorial em blocos casualizados (DBC) contendo 11 tratamentos, 12 repetições sendo conduzidos em duas áreas distintas para a confirmação dos resultados.

Figura 10: Levantamento dos canteiros para a aplicação dos tratamentos e plantio das mudas de alface ‘Lucy Brow’



APLICAÇÃO DOS TRATAMENTOS E AVALIAÇÃO

A área foi preparada de acordo com os tratamentos 02 semanas antes de transplantar as mudas de alface 'Lucy Brow', seguindo a ordem abaixo:

Tratamento 01: incorporação do sistema radicular da cultura anterior e alqueive seco.

Tratamento 02: retirada do sistema radicular da cultura anterior e alqueive úmido.

Tratamento 03: incorporação do sistema radicular da cultura anterior e alqueive úmido.

Tratamento 04: retirada do sistema radicular da cultura anterior, incorporação de 1 kg da parte aérea de mamona e alqueive seco.

Tratamento 05: incorporação do sistema radicular da cultura anterior, incorporação de 1 kg da parte aérea de mamona e alqueive úmido.

Tratamento 06: incorporação do sistema radicular da cultura anterior, incorporação de 1 kg da parte aérea de mamona e alqueive seco.

Tratamento 07: Incorporação do sistema radicular da cultura anterior e alqueive úmido.

Tratamento 08: Incorporação do sistema radicular da cultura anterior e *Purpureocillium lilacinum*.

Tratamento 09: retirada do sistema radicular da cultura anterior e *Purpureocillium lilacinum*.

Tratamento 10: incorporação do sistema radicular da cultura anterior, aplicação de *Purpureocillium lilacinum* em sulco de plantio e alqueive úmido.

Tratamento 11: retirada do sistema radicular da cultura anterior, aplicação de *Purpureocillium lilacinum* em sulco de plantio e alqueive úmido.

Após duas semanas da aplicação dos tratamentos, mudas de alface 'Lucy Brow' produzidas em bandejas de poliestireno contendo 120 células e substrato comercial Bioplant®, com o segundo par de folhas totalmente expandidas foram transplantadas para os canteiros (com 1 metro de comprimento e 50 cm de largura) e cultivadas durante 45 dias. Após o transplântio foram instalados sistema de irrigação

por aspersão, o qual eram ligados 2 vezes ao dia e permaneciam irrigando por 10 minutos. Durante o cultivo, foram realizados tratos culturais manuais a cada 15 dias para a retirada das plantas daninhas.

Para a avaliação após 60 dias de cultivo da alface, foram coletadas 12 plantas de cada tratamento, armazenadas em sacos plásticos e levadas para o laboratório de nematologia agrícola. Foram avaliados os parâmetros nematológicos: índice de massa de ovos (IMO), índice de galhas (IG) conforme metodologia proposta por Taylor e Sasser 1978. Procedeu-se a extração dos nematoides, seguindo metodologia proposta por Hussey e Barker (1981). E avaliado nematoides por grama de raízes (NGR) e número de nematoide total (NT) com o auxílio da lâmina de Peters e microscópio de luz. Também foram avaliados os parâmetros vegetativos: massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa fresca de raízes (MFR). A MFPA e MFR foram quantificadas em balança semianalítica logo após a retirada do campo. A MSPA foi obtida após secagem em estufa de fluxo de ar contínuo a 65 °C até que chegassem a massa constante e quantificadas em balança semianalítica.

Os dados foram submetidos ao teste Sckot Knnot a 5% de probabilidade usando o programa estatístico sisvar (Ferreira, 2011).

Figura 06: Preparo dos canteiros para o recebimento dos tratamentos e mudas de alface



Figura 07: Incorporação da parte aérea da mamona



Figura 08: Irrigação dos tratamentos que receberam alqueive úmido



Figura 09: Visão geral do experimento com 15 dias de cultivo



3.3 RESULTADOS

Não houve interação entre os experimentos pela análise de variância. Foi aplicado o teste de Sckot Knnot a 5% de probabilidade para a comparação das médias entre os fatores.

Entre os tratamentos, houve diferença estatística para os parâmetros nematológicos e vegetativos quando comparados com a testemunha em ambos os experimentos separadamente.

No primeiro experimento, para nematoides totais (NT) a retirada do sistema radicular da cultura anterior em associação com a incorporação da parte aérea da mamona incorporada ao solo e alqueive úmido (R+IM+AU) promoveram reduções de 88,62% em relação à testemunha (Tabela 3). Resultados semelhantes também foram observados quando realizado a retirada da cultura anterior + alqueive úmido (R+AU) com média de 348 nematoides totais. A incorporação de *P. lilacinum* também reduziu a população dos nematoides independente do manejo associado ao fungo. Para o segundo experimento no mesmo tratamento (R+IM+AU), foi observado redução em até 2 vezes na população de nematoides por sistema radicular em relação a testemunha (Tabela 04). De maneira geral, para todos os tratamentos que foram realizados a retirada do sistema radicular da cultura anterior, promoveram reduções na população dos nematoides totais (NT) em relação a testemunha de até 35,80%.

Para os índices de galhas e índice de massa de ovos no experimento 01, ocorreram reduções em comparação com a testemunha para os tratamentos em que foi realizada a retirada do sistema radicular da cultura anterior, incorporação da parte aérea da mamona, alqueive seco, úmido e aplicação do isolado do fungo *P. lilacinum* (R+AU, I+AU, R+IM+AS e I+IM+AS), respectivamente (Tabela 03) de até 9,37% e, 6,45% respectivamente. Para o experimento 2, o IMO foi maior quando realizado a incorporação do sistema radicular da cultura anterior + *P. lilacinum* (I+PL) em até 12 vezes.

Para os parâmetros vegetativos no experimento 1, foi constatado que a retirada ou a incorporação do sistema radicular da cultura anterior em associação com a

incorporação da parte aérea da mamona favoreceram o desenvolvimento da MFPA de 87 a 100% (R+AU, I+AU) respectivamente. Em contrapartida, para os mesmos tratamentos (R+AU e I+AU), foram observadas reduções de até 75% da MFR (Tabela 03). No experimento 02 os mesmos tratamentos (R+AU, I+AU) promoveram aumento de 4,3% no sistema radicular em comparação com a testemunha.

Por outro lado, a massa fresca da parte aérea (MFPA) para o experimento 01, quando realizado a incorporação do sistema radicular da cultura anterior + incorporação da parte aérea da mamona + alqueive úmido (I+IM+AU), não diferiram estatisticamente da testemunha. Para o experimento 2 a MFPA foi aumentada em até 7 vezes quando realizado o mesmo tratamento (I+IM+AU), em relação a Testemunha.

Estes resultados indicam que a parte aérea da mamona incorporada ao solo em associação com alternativas de manejo, reduzem a população de nematoides e melhoram o desenvolvimento da parte aérea de plantas de alface conduzidas sob canteiros em campo aberto.

3.4 DISCUSSÃO

Os métodos de preparo do solo com a incorporação da parte aérea da mamona triturada ao solo reduziram a população de nematoides e favoreceram o desenvolvimento vegetativo na cultura da alface.

A retirada do sistema radicular da cultura anterior carrega os ovos e eventuais juvenis que estão dentro da raiz (XU et al., 2001; VERDEJO-LUCAS et al., 2009). Os menores pesos de sistema radicular foram relatados nesta pesquisa quando se realizou a retirada do sistema radicular da cultura anterior em associação com o alqueive seco e alqueive úmido. O alqueive úmido é caracterizado pela retirada total da cultura anterior, seguido de revolvimento superficial do solo e adição de água no perfil de 1 metro no solo. O revolvimento do solo seguido da aplicação da água serve de estímulo para os ovos dos nematoides que estão presentes na área a eclodirem e, com a ausência de sistema radicular, morrem por inanição. Isto pode estar relacionado à redução da penetração dos nematoides, menor formação de sítios de alimentação,

resultando em menor peso do sistema radicular, influenciando diretamente na redução na porcentagem de penetração de nematoides nas raízes (Stirling et al., 1991).

A parte aérea da mamona possuía a ricina, quando incorporada ao solo ocorre a liberação reduzindo a população de nematoides. Além da ricina, são liberados nutrientes e compostos que proporcionam melhoria na estrutura e fertilidade da rizosfera (Stirling et al., 1991; McSorley e Gallaher et al., 1995). Porém, o efetivo controle do patógeno é dependente do tipo e quantidade de resíduo orgânico utilizado na aplicação, das condições do ambiente, da espécie do microrganismo e da microbiota do solo.

O uso de matéria orgânica para o controle de nematoides de galha tem sido observado em vários trabalhos, sendo muitas vezes o efeito conferido à liberação de compostos tóxicos com atividade nematicida no processo de decomposição, incluindo ácidos orgânicos, taninos, fenóis, ácidos acético, butírico, propiônico e compostos nitrogenados (Olabi et al. 2008; Maistrello, Vaccari, and Sasanelli 2010; Zandonadi et al. 2014). Já foram identificados 32 compostos orgânicos voláteis provenientes da mistura da torta de mamona com o solo, dentre os quais cinco apresentaram maior intensidade no cromatograma (fenol, 2-octanona, 4-metil-fenol, γ -decalactona e escatol). Essas substâncias foram testadas na mortalidade de juvenil de segundo estágio (J2) de *M. incognita* e constatou-se que a maioria causou alta mortalidade de J2, exceto a 2-octanona (Pedroso et al. 2019).

Contudo, as alterações nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo também podem contribuir para o efeito supressor (Ritzinger and Fancelli 2006; Ramesh et al. 2009), sendo estes processos altamente dependentes da relação carbono/ nitrogênio (C:N) do material utilizado (Ritzinger and Fancelli 2006).

Praticamente, todos os tratamentos promoveram reduções no número total de nematoides, com exceção do segundo experimento (02) onde foi realizado o tratamento com a retirada da cultura anterior e incorporação da parte aérea da mamona com nematoides totais superiores ao da testemunha. O fato de alguns tratamentos apresentarem maior número de nematoides por sistema radicular, podem estar associados ao aumento do volume de raízes, que disponibilizam maior quantidade de sítios de alimentação para a população dos nematoides (Vestergard

2004; Rossi et al. 2012). Isto pode ser correlacionado aos parâmetros vegetativos deste tratamento. Com massa fresca de parte aérea muito superior quando comparado à testemunha. Além disso, a menor massa fresca de raízes pode estar relacionada à menor penetração dos nematoides no sistema radicular, reduzindo os sítios de alimentação e consequentemente menor peso.

A parte aérea da mamona fornecem macro e micronutrientes, que podem agir diretamente no patógeno, como o nitrogênio, que pode ocasionar a ruptura da membrana celular do nematoide e/ou interferir negativamente no funcionamento da célula (Rodríguez-Kábana, Morgan-Jones, and Chet 1987; Britto et al. 2001; Silva et al. 2006, Oka 2010), ou indiretamente como fósforo, em que plantas com altos níveis deste nutriente apresentam menor exsudação, tornando-se menos atrativas para os patógenos (Marschner 2012). O potássio, por sua vez, aumenta a espessura da parede celular e a rigidez dos tecidos, dificultando a entrada do nematoide (Huber and Arny 1985; Perrenoud 1990).

Os nutrientes também podem estimular mecanismos de defesa da planta (Marschner 2012). O cálcio, por exemplo, inibe as enzimas pectinolíticas produzidas pelos nematoides no momento da penetração (Marschner 2012; McGuire and Kelman 1986; Jones et al. 2013). Além disso, os micronutrientes como Boro, Cobre e Manganês atuam na biossíntese da lignina, se tornando uma barreira física contra a penetração de patógenos (Marschner 2012).

A matéria orgânica por sua vez aumenta a disponibilidade de nutrientes disponíveis na solução do solo (Trevisan et al. 2010; Zandonadi et al. 2014). Além disto, podem aumentar significativamente a produção de raízes laterais e pelos absorventes (Façanha et al. 2002; Zandonadi et al. 2013), conforme evidenciado no ganho de massa de raízes pela incorporação da parte aérea da mamona.

Vale ressaltar que os excessos de nutrientes também podem ser prejudiciais para o vegetal, como o nitrogênio, que estimula a produção de novos tecidos, deixando a planta mais suscetível ao ataque de patógenos (Carrijo et al. 2004); o zinco, que em altas concentrações pode interferir na metabolização dos outros nutrientes (Marschner 2012); e o fósforo, cujo excesso afeta a absorção de nitrogênio e ferro.

3.5 CONCLUSÕES

A associação de alternativas de manejo do solo é eficiente em reduzir a população de nematoides em condições de campo.

De maneira geral, a retirada do sistema radicular da cultura anterior, alqueive úmido e incorporação no solo da parte aérea da mamona é a melhor recomendação, sendo constatado nesta pesquisa reduções de até 88% na população total dos nematoides e incremento de até 6 vezes no desenvolvimento vegetativo da alface.

Tabela 01: Massa fresca de parte aérea (MFPA), massa seca de parte aérea (MSPA), Massa fresca de raízes (MFR), índice de galhas (IG), índice de massa de ovos (IMO), nematoide total (NT) em plantas de alface cultivadas durante 60 dias em campo aberto sob diferentes formas de preparo de solo visando o controle de *Meloidogyne javanica*

EXPERIMENTO 01						
TRATAMENTOS	MFPA	MSPA	MFR	IG	IMO	NT
I + AS	60,3 a	3,5 a	3,8 b	3,2 c	3,1	1.995 c
R + AU	445,4 t	3,2 a	3,0 b	1,3 b	1,2	348 a
I + AU	21,2 a	1,4 a	3,2 b	1,7 c	1,8	386 a
R + IM + AS	195,0 t	8,6 a	6,7 d	2,2 c	1,5	944 b
R + IM+ AU	148,1 t	8,3 b	6,8 d	1,6 b	0,4	94 a
I + IM + AS	57,6 a	2,8 a	3,2 b	2,1 c	1,5	1.106 b
I + IM + AU	20,3 a	1,6 a	2,4 a	2,5 c	2,3	574 a
I + PL	61,0 a	23,3 c	2,9 b	2,8 c	2,4	438 a
R + PL	72,4 a	5,1 a	4,3 c	0,3 a	0,2	280 a
I + PL + AU	51,1 a	2,9 a	2,7 b	2,3 c	1,7	349 a
R + PL + AS	31,3 a	2,3 a	1,9 a	2,6 c	2,1	621 a
CV %	68,2	42,4	14,2	36,0	43,	90,1

I+AS: Incorporação da cultura anterior + alqueive seco; R+AU: Retirada da cultura anterior + alqueive úmido; I+AU: Incorporação da cultura anterior + alqueive úmido; R+IM+AS: Retirada da cultura anterior + incorporação da parte aérea da mamona + alqueive seco; R+IM+AU: Retirada da cultura anterior + incorporação da mamona + alqueive úmido; I+IM+AU: Incorporação da cultura anterior + incorporação da parte aérea da mamona + alqueive seco; I+IM+AS: Incorporação da cultura anterior + incorporação da parte aérea da mamona + alqueive seco; I+PL: Incorporação da cultura anterior + *P. lilacinum*. R+PL: Retirada da cultura anterior + *P. lilacinum*. I+PL+AU: Incorporação da cultura anterior + *P. lilacinum* + alqueive úmido; R+PL+AS: Retirada da cultura anterior + *P. lilacinum* + alqueive seco; CV%= Coeficiente de variação. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste Sckot Knnot

Tabela 02: Massa fresca de parte aérea (MFPA), massa seca de parte aérea (MSPA), Massa fresca de raiz (MFR), índice de galhas (IG), índice de massa de ovos (IMO), nematoide total (NT) de plantas de alface cultivadas durante 60 dias em campo aberto sob diferentes formas de preparo de solo visando o controle de *Meloidogyne javanica*

EXPERIMENTO 02						
TRATAMENTOS	MFPA	MSPA	MFR	IG	IMO	NT
I + AS	14,8 a	8,6 b	4,5 e	0,7 a	0,2 a	298 b
R + AU	28,4 a	7,1 b	3,0 d	0,9 a	0,4 a	178 a
I + AU	222,5 e	15,5 c	7,4 f	1,3 a	0,8 a	440 c
R + IM + AS	90,1 d	5,5 b	3,4 d	2,4 b	1,9 b	467 c
R + IM+ AU	36,1 b	2,3 a	1,4 a	2,2 b	1,7 b	107 a
I + IM + AS	82,6 d	5,6 b	3,0 d	0,8 a	0,5 a	123 a
I + IM + AU	42,9 b	2,9 a	2,0 b	1,5 a	1,8 b	229 a
I + PL	71,4 c	3,7 a	2,6 c	1,6 a	1,1 a	104 a
R + PL	101,5 d	7,7 b	3,1 d	1,2 a	0,6 a	265 a
I + PL + AU	66,8 c	3,5 a	2,5 c	3,3 b	2,5 b	100 a
R + PL + AS	68,2 c	6,0 b	2,6 c	1,6 a	1,2 b	305 b
CV %	18,4	25,9	13,3	54,8	61,4	74,6

I+AS: Incorporação da cultura anterior + alqueive seco; R+AU: Retirada da cultura anterior + alqueive úmido; I+AU: Incorporação da cultura anterior + alqueive úmido; R+IM+AS: Retirada da cultura anterior + incorporação da parte aérea da mamona + alqueive seco; R+IM+AU: Retirada da cultura anterior + incorporação da mamona + alqueive úmido; I+IM+AU: Incorporação da cultura anterior + incorporação da parte aérea da mamona + alqueive seco; I+IM+AS: Incorporação da cultura anterior + incorporação da parte aérea da mamona + alqueive seco; I+PL: Incorporação da cultura anterior + *P. lilacinum*. R+PL: Retirada da cultura anterior + *P. lilacinum*. I+PL+AU: Incorporação da cultura anterior + *P. lilacinum* + alqueive úmido; R+PL+AS: Retirada da cultura anterior + *P. lilacinum* + alqueive seco; CV%= Coeficiente de variação. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste Sckot Knnot.

REFERÊNCIAS

- BRITTO, D. T., SIDDIQI, M. Y., GLASS, A. D., KRONZUCKER, H. J. 2001. Futile transmembrane NH_4^+ cycling: a cellular hypothesis to explain ammonium toxicity in plants. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98 (7):4255-4258. doi:10.1073/pnas.061034698
- CARRIJO, O. A., SOUZA, R. B., MAROUELLI, W. A., ANDRADE, R. J. 2004. Fertirrigação de hortaliças. *Embrapa Hortaliças-Circular Técnica (INFOTECA-E)*, (32):1-13.
- CHARCHAR, J.M. *Meloidogyne* spp. em hortaliças. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE NEMATOLOGIA TROPICAL, 19, 1995. Rio Quente. Anais. Brasília: SBN, 153p.
- CHARCHAR, J.M., VIEIRA, J.V., FACION, C.E. 200. Controle de nematoides das galhas em cenoura através de rotação de culturas. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v.20, n.6, p.123-135.
- CHARCHAR, J.M., VIEIRA, J.V., OLIVEIRA, V.R., MOITA, A.W. 2009. Cultivo e incorporação de leguminosas e gramíneas no controle de *Meloidogyne incognita* raça 1 em cenoura. *Nematologia Brasileira*, Piracicaba, v.33, n.8, p.139-146.
- FAÇANHA, A. R., A. O. L., FAÇANHA, F. L., OLIVARES, F.; GURIDI, G. A. S., VELLOSO, A. C. X., OLIVEIRA, M. A. 2002. Bioatividade de ácidos húmicos: efeitos sobre o desenvolvimento radicular e sobre a bomba de prótons da membrana plasmática. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 37 (9):1301-1310. Doi:10.1590/S0100-204X2002000900014.
- FERRAZ, S., FREITAS, L. G. de., LOPES, E. A., DIAS-ARIEIRA, C. R. Manejo sustentável de fitonematoide. Viçosa: Editora UFV, 2010. 306 p.
- FREITAS, M.A., PEDROSA, E.M.R., MARIANO, R.L.R., MARANHÃO, S.R.V.L. 2012. Screening *Trichoderma* spp. as potential agents for biocontrol of *Meloidogyne incognita* in sugarcane. *Nematropica*, Auburn, v.42, n.1, p.115-122.
- HUBER, D. M. and ARMY, D.C. 1985. Interaction of Potassium with Plant Diseases. In *Potassium in Agricultural*, ed. R. D. Munson, 467-488. Madison: American Society of Agronomy.
- JONES, J. T., A. HAEGEMAN, E. G., DANCHIN, H. S., GAUR, J. HELDER, M. G. JONES, R. N. P. 2013. Top 10 plant-parasitic nematodes in molecular plant pathology. *Molecular Plant Pathology*, 14 (9):946-961. doi:10.1111/mpp.12057
- LOPES, C. A., and CHARCAR, J. M. 2006. Nematoides. *Brasília: Embrapa, Ageitec*. <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tomate/arvore/CONT000fa2qor2t02wx5eo01xezlsjlpfb6q.html>. (accessed July 27, 2020).
- MAISTRELLO, L., G. VACCARI, and N. SASANELLI. 2010. Effect of chestnut tannins on the root-knot nematode *Meloidogyne javanica*. *Helminthologia*, 47 (1):48-57. doi:10.2478/s11687-010-0008-9.
- MARACHNER, H. 2012. *Mineral nutrition of higher plants*. 3^a ed. London: Academic Press.

MCGUIRE, R. G., KELMAN, A. 1986. Calcium in potato tuber cell walls in relation to tissue maceration by *Erwinia carotovora* pv. *atroseptica*. *Phytopathology*, 76 (4):401-406. doi: 10.1094/Phyto-76-401.

MCSORLEY, R., GALLAHER, R.N. 1995. Cultural practices improve crop tolerance to nematodes. *Nematropica*, Florida, v.25, n.7, p.53-60.

OKA, Y. 2010. Mechanisms of nematode suppression by organic soil amendments: a review. *Applied Soil Ecology*, 44 (2):101-115. doi:10.1016/j.apsoil.2009.11.003.

OLABIYI, T. I., OVEDUNMADE E. E. A., LBIKUNLE, G. J., OJO, O. A., ADESINA, G. O., ADELASOYE, K. A. OGUNNIRAN, T. A. 2008. Chemical Composition and Bio-Nematicidal Potential of Some Weed Extracts on *Meloidogyne incognita* under Laboratory Conditions. *Plant Sciences Research*, 1 (2):30-35.

PERRENOUD, S.1990. *Potassium and Plant Health*. Bern: International Potash Institute.

PEUMANS, W. J., VAN DAMME, E. J. 1995. Lectins as plant defense proteins. *Plant physiology*, 109 (2):347.

PINHEIRO, J. B. Nematoides em Hortaliças. 1ª Ed. Brasília: Embrapa, 2017. 193p.

PINHEIRO, J. B., VOITEUX, L. S., PEREIRA, R. B., ALMEIDA, M. R. A., CARNEIRO, R. M. G. 2014. Identificação de espécies de *Meloidogyne* em tomateiro no Brasil. *Embrapa Hortaliças-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)*, 102:1-16.

RAMESH, P., PANWAR, N. R., SINGH, A. B., RAMANA, S. 2009. Effect of organic nutrient management practices on the production potential, nutrient uptake, soil quality, input-use efficiency and economics of mustard (*Brassica juncea*). *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 79 (1):40-44

RITZINGER, C. H. S. P., FANCELLI, M. 2006. Manejo integrado de nematoides na cultura da bananeira. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 28 (2):331-338. doi:10.1590/S0100-29452006000200041.

RITZINGER, C. H. S. P., MCSORLEY, R. 1998. Effect of fresh and dry organic amendments on *Meloidogyne arenaria* in greenhouse experiments. *Nematropica*, 28 (2):173-185.

RODRIGUEZ-KABANA, R. 1986. Organic and inorganic nitrogen amendments to soil as nematode suppressants. *Journal of Nematology*, 18 (2):129-135

RODRIGUEZ-KABANA, R., MORGAN-JONES, G., CHET, I. 1987. Biological control of nematodes: Soil amendments and microbial antagonists. *Plant and soil*, 100 (1-3):237-247. doi:10.1007/BF02370944.

ROLDI, M., DIAS-ARIEIRA, C.R., ABE, V.H.F., MATTEI, D., SEVERINO, J.J., RODRIGUES, D.B., CAZADO, J.F. 2013a Agroindustrial waste and sewage sludge in the *Pratylenchus brachyurus* control and maize plant development. *Acta Agriculturae Scandinavica*, London, v.63, n.5, p.283-287.

- ROLDI, M., DIAS-ARIEIRA, C.R., SEVERINO, J.J., SANTANA, S.M., DADAZIO, T.S., MARINI, P.M., MATTEI, D. 2013b. Use of organic amendments to control *Meloidogyne incognita* on tomatoes. *Nematropica*, Flórida, v.8, n.3, p.230-245.
- ROSSI, C. E., CARVALHO, L. H., NESVES, S. S., AGUIAR, A. T. E. 2012. Efeito de doses de nitrogênio sobre nematoides do algodoeiro em campo. *Nucleus*, 9 (2):275-280. doi:10.3738/nucleus.v9i2.737.
- SILVA, M. G., SHARMA, R. D., JUNQUEIRA, A. M. R., OLIVEIRA, C. M. 2006. Efeito da solarização, adubação química e orgânica no controle de nematoides em alface sob cultivo protegido1. *Horticultura Brasileira*, 24 (4):489-494. doi:10.1590/S0102-05362006000400019.
- STIRLING, G.R. Biological control of plant parasitic nematodes: Progress, problems and perspets. Wallingford: Editora CAB International, 1991, p.282.
- TREVISAN, S., PIZZEGHELLO, D., RUPERTI, B., FRANCIOSO, O., SASSI, A., PALME, K., NARDI, S. 2010. Humic substances induce lateral root formation and expression of the early auxin-responsive IAA19 gene and DR5 synthetic element in *Arabidopsis*. *Plant Biology*, 12 (4):604-614. doi:10.1111/j.1438-8677.2009.00248.x.
- VERDEJO-LUCAS, S., CORTADA, L.; SORRIBAS, F. J., ORNAT, C. 2009. Selection of virulent populations of *Meloidogyne javanica* by repeated cultivation of Mi resistance gene tomato rootstocks under field conditions. *Plant Pathology*, Collingwood, v.58, n.5, p.990-998.
- VESTERGARD, M. 2004. Nematode assemblages in the rhizosphere of spring barley (*Hordeum vulgare* L.) depended on fertilisation and plant growth phase. *Pedobiologia*, 48 (3):257-265. doi:10.1016/j.pedobi.2004.01.003.
- WILLIAMSON, V.M., GLEASON, C.A. Plant-nematode interactions. *Current Opinion in Plant Biology*, v.6, n.4, p.327-333, 2003.
- XU, J.; NARABU, T., MIZUKUBO, T.; HIBI, T. 2001. A molecular marker correlated with selected virulence against the tomato resistance gene Mi in *Meloidogyne incognita*, *M. javanica*, and *M. arenaria*. *Phytopathology*, Saint Paul, v.91, n.4, p.377-382.
- ZANDONADI, D. B., SANTOS, M. P., BUSATO, J. G., PERES, L. E. P., FAÇANHA, A. R. 2013. Plant physiology as affected by humified organic matter. *Theoretical and Experimental Plant Physiology*, 25 (1):13-25. doi:10.1590/S2197-00252013000100003.
- ZANDONADI, D. B., SANTOS, M. P., MEDICI, L. O., SILVA, J. 2014. Ação da matéria orgânica e suas frações sobre a fisiologia de hortaliças. *Horticultura Brasileira*, 32 (1):14-20. doi:10.1590/S0102-05362014000100003.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A associação de alternativas de manejo do solo é eficiente em reduzir a população de nematoides em condições de campo.

Os extratos aquosos e derivados de biodigestão oriundos da parte aérea de plantas de mamona foram eficientes na redução da eclosão de ovos de *M. javanica in vitro*.

REFERENCIAS

ALEXANDER, J.; ANDERSSON, H. C.; BERNHOFT, A.; BRIMER, L.; COTTRILL, B.; FINK-GREMMEIS, J.; JAROSZEWSKI, J.; SOERENSEN, H. Ricin (from *Ricinus communis*) as undesirable substances in animal feed: scientific opinion of the panel on contaminants in the food chain. **European Food Safety Authority (EFSA) Journal, Parma**, v. 726, p. 1-38, 2008.

ANDERSON, V.; SANTOS & CESAR, B. Reação de Cultivares de Mamona a *Meloidogyne* spp. e Efeito dos Exsudatos Radiculares sobre *Meloidogyne enterolobii* e *M. graminicola*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba (SP) Brasil. Vol. 35(1-2) – 2011.

ANWAR, S. A.; McKENRY, M. V. Incidence and population density of plant-parasitic nematodes infecting vegetable crops and associated yield losses in Punjab, Pakistan. **Pakistan Journal of Zoology**, Lahore, v.44, n.2, p.327-333, 2012.

BAHIA, H. F.; SILVA, S. A.; FERNANDEZ, L. G.; LEDO, C. A. S.; MOREIRA, R. F. C. (2008). Divergência genética entre cinco cultivares de mamoneira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 43, 357-362.

BALDWIN, B. S.; COSSAR, R. D. Castor yield in response to planting date at four locations in the south-central United States. **Industrial Crops and Products**. v. 29, p. 316–319 2009.

BONETI, J.I.S.; FERRAZ, S. Modificação do método de Hussey e Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* de raízes de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.6, n.1, p.553, 1981.

BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. (2009). **Melhoramento de Plantas**. Viçosa: Editora da UFV.

CHARCHAR, J.M. *Meloidogyne* spp. em hortaliças. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE NEMATOLOGIA TROPICAL, 19, 1995. Rio Quente. **Anais**. Brasília: SBN, 153p.

CHARCHAR, J.M.; VIEIRA, J.V.; FACION, C.E. Controle de nematoides das galhas em cenoura através de rotação de culturas. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.20, n.6, p.123-135, 2000.

CHARCHAR, J.M.; VIEIRA, J.V.; OLIVEIRA, V.R.; MOITA, A.W. Cultivo e incorporação de leguminosas, gramíneas e outras plantas no controle de *Meloidogyne incognita* raça 1 em cenoura 'Nantes'. **Nematologia Brasileira**, Botucatu, v.33, n.2, p.139-146, 2009.

CHARCHAR, J.M.; VIEIRA, J.V.; OLIVEIRA, V.R.; MOITA, A.W. Cultivo e incorporação de leguminosas, gramíneas e outras plantas no controle de

Meloidogyne incognita raça 1 em cenoura. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.33, n.8, p.139-146, 2009.

CORREIA, M.L.P. Comportamento de cultivares de mamona em sistemas de cultivo isolados e consorciados com caupi e sorgo granífero. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.37, n.2, p.200-207, 2006.

DIAS-ARIEIRA, C.R.; S.M. SANTANA, M.L.; SILVA, C.; FURLANETTO, R.C.F. RIBEIRO.; LOPES.; C.A. 2009. Reação de cultivares de mamona (*Ricinus communis*L.) e girassol (*Helianthus annuus* L.) a *Meloidogyne javanica*, *M. incognita* e *M. paranaensis*. **Nematologia Brasileira**, 33(1): 61-66.

DOMINGOS, C. A. Biodiesel – Proposta de um combustível alternativo. **Revista Brasileira de Gestão e Engenharia**, n.5, Paper 09, p.134-178, 2012.

EI-NAGDI, W.M.A.; A.I. EL-FATTAH, A.B.D. (2011). Controlling root-knot nematode, *meloidogyne incognita* infecting sugar beet using some plant residues, a biofertilizer, **compost and biocides. J. of Plant Protection Research**. 51 (2): 107-113.

FALCONER, D.S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa: UFV, 1981. 279p.

FAOSTAT (Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics Division). Available from: <<http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>>. Accessed: novembro. 13, 2019.

FERRAZ, S.; FREITAS.; L.G. 2004. Use of antagonistic plants and natural products. In: Z.X. CHEN, S.Y.CHEN & D.W. DICKSON. (ed) **Nematology –Advances and Perspectives**. CABI, Wallingford - UK, p.931-960.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, p. 1039-1042, 2011.

IOREZE, S. L.; IOREZE, A. C. C. L.; PIVETTA, L. G.; RODRIGUES, J. D.; ZANOTTO, M. D. Características agronômicas da mamoneira afetadas pelo método de condução de plantas e densidade de semeadura. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 1, p. 86-92, 2016.

FREIRE, E.C.; LIMA, E.F.; ANDRADE, F.P.; MILANI, M.; NÓBREGA, M.B.M. Melhoramento genético. In: AZEVEDO, D.M.P.; BELTRÃO, N.E.M. (Ed.). O agronegócio da mamona no Brasil. 2.ed. rev. e ampl. **Campina Grande: Embrapa Algodão**, 2007. p.169-194.

FURLANETTO, E. L.; SANTOS, E. D. Difusão de Inovações Sustentáveis: o caso do biodiesel de mamona no Estado da Paraíba. **Teoria e Prática em Administração**, v.4, n.1, p.78-103, 2014.

HACKNEY, R.W.; DICKERSON, O.J. Marigold castor bean and chrysanthemum as controls of *Meloidogyne incognita* and *Pratylenchus alleni*. **Journal of Nematology** 7: 84-90. 1974.

HUNT, D.J.; HANDOO, Z.A. **Taxonomy identification and principal species**. In: PERRY R.N.; MOENS, N.; STARR, J.L. Root-knot Nematodes. Wallingford: CABI North America Office, v.3, n.1, p.55-97, 2009.

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

LIMA, E.A. 2008. Seleção de plantas antagonistas para manejo de *Meloidogyne ethiopica* em videira e quivi. (Dissertação de Mestrado). Faculdade de Agronomia e Veterinária - Universidade Federal de Brasília, Brasília(DF), 55 p.

LORD, J. M.; SPOONER, R. A. Ricin trafficking in plant and mammalian cells. **Toxins, Basel**, v. 3, n. 7, p. 787-801, 2011.

MAIA, M. C.; ASSIS, G. M. L.; ROCHA, M. M. (2008). O fenômeno da endogamia em plantas. Rio Branco: **Agrosoft Brasil**.

McSORLEY, R. & R.W. DICKSON. 1995. Effect of tropical rotation crops on *Meloidogyne incognita* and other plant-parasitic nematodes. **Supplement to the Journal of Nematology**, 27 (4S): 535-544.

McSORLEY, R. 1999. Host suitability of potential cover crops for root-knot nematodes. **Supplement Journal**.

MENDES, A. N. G.; BUENO, L. C. S.; CARVALHO, S. P. (2006). **Melhoramento genético de plantas — princípios e procedimentos**. 2. ed. Lavras: Editora UFLA.

MITCHUM, M.G.; HUSSEY, R.S.; BAUM, T.J.; WANG, X.; ELLING, A.; WUBBEN, M.; DAVIS, E.L. Nematode effector proteins: an emerging paradigm of parasitism. **New Phytology Journal**, Coréia, v.199, n.30, p.879-894, 2013.

MOENS, M.; PERRY, R. N.; STARR, J. L. *Meloidogyne* species – a diverse group of novel and important plant parasites. In: PERRY, R. N.; MOENS, M.; STARR, J. L. eds. **Root-knot Nematodes**. Wallingford, UK: CAB International, p. 1–17. 2009.

MOENS, M.; PERRY, R.N.; SATRR, J.L. ***Meloidogyne* species—a diverse group of novel and important plant parasites**. Root-knot nematodes. Wallingford: CABI International. 2009.

OOSTENBRINK, M. 1966. Major characteristics of the relation between nematodes and plants. **Mendelin gen Land bouw hoje school**, Wageningen - Netherlands, 66:1-46.

PINHEIRO, J.B.; AMARO, G.B.; PEREIRA, R.B. Ocorrência e controle de nematoides em hortaliças folhosas. Circular técnica. **Embrapa Hortaliças**, Brasília, v.89, n.10, p. 06-10, 2013.

QUEIROGA, V.P.; SANTOS, R.F. Diagnóstico da produção de mamona (*Ricinus communis*, L.) em uma amostra de produtores do nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v.12, n.1, p.9-23, 2008.

RODRIGUES, C.S.; PINHEIRO, J.B.; SUINAGA, F.A.; PEREIRA, R.B.; CARVALHO, A.D.F. Seleção preliminar de cultivares de alface para resistência ao nematoide das galhas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.30, n.6, p.2048-2054, 2012.

RODRÍGUEZ-KÁBANA, R.; KOKALIS-BURELLE, N.; ROBERTSON, D.G.; KING, P.S.; WELLS, L. W. Rotations with coastal Bermuda grass, cotton, and bahia grass for management of *Meloidogyne arenaria* and southern blight in peanut. **Journal of Nematology**, Florida. v.2, n.26, p.665-668. 1994.

RODRÍGUEZ-KÁBANA, R. P.S.; KING, D.G.; ROBERTSON, C.W.; WEAVER, E.L. 1988. New crops with potential for management of soybean nematodes. **Nematropica**, 18 (1): 45-52.

SAMPAIO, A.H.; ROGÉRIO, R.; RITZINGER, C.H.S.P.; DAMASCENO, C.A.S.; SANTOS, V.S.; SEVERINO, L.S. (2009) **Controle de fitonematóides em aceroleira mediante o uso de farelo de mamona.**

SANTANA, S.M.; DIAS-ARIEIRA, C.R.; BIELA, F.; CUNHA, T.P.L.; CHIAMOLERA, F.M.; ROLDI, M.; ABE, V.H.F. Antagonistic plants in the management of *Meloidogyne incognita*, in sandy soil of vegetables growing areas. **Nematropica**, Florida, v.42, n.30, p.287-294, 2012.

SAVY FILHO, A. Novo cultivar de mamona: IAC-226 (Tabary). **Bragantia**, Campinas, v.49, n.2, p.269-280, 1990.

SILVA, S. D. Uso de torta de mamona como fertilizante orgânico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.42, n.1, p.19-27, 2012.

SOUZA, K. S.; OLIVEIRA, F. A.; GUEDES FILHO, D. H.; BRITO NETO, J. F. Avaliação dos componentes de produção da mamoneira em função de doses de calcário e fósforo. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 4, p. 116-122, 2009.

SOUZA-SCHLICK, G. D.; SORATTO, R. P.; BOTTINO, D.; FERNANDES, A. M. Crescimento e produtividade da mamona de porte baixo em diferentes espaçamentos e densidades populacionais de plantas. **Interciência**, Caracas, v. 37, n. 1, p. 49-54, 2012.

SOUZA-SCHLICK, G. D.; SORATTO, R. P.; PASQUALI, C. B.; FERNANDES, A. M. Desempenho da mamoneira IAC 2028 em função do espaçamento entre fileiras e densidade populacional de plantas na safrinha. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 3, p. 519-528, 2011.

TEODORO, R.B.; OLIVEIRA, F.L.; SILVA, D.M.N.; FÁVERO, C. & QUARESMA, M.A.L. (2011) – Aspectos agronômicos de leguminosas para adubação verde no Cerrado no Alto Vale do Jequitinhonha. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, vol. 35, n, 2, p. 635-643.

WILLIAMSON, V.M.; GLEASON, C.A. Plant-nematode interactions. **Current Opinion in Plant Biology**, v.6, n.4, p.327-333, 2003.