

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE MESTRADO**

**BIOATIVIDADE DE EXTRATOS DE RESÍDUO SÓLIDO DE SISAL  
NO CONTROLE DE *Meloidogyne javanica* NO TOMATEIRO**

**ADEMILDE SILVA DOS REIS**

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA  
SETEMBRO - 2014**

**BIOATIVIDADE DE EXTRATOS DE RESÍDUO SÓLIDO DE SISAL  
NO CONTROLE DE *Meloidogyne javanica* NO TOMATEIRO**

**ADEMILDE SILVA DOS REIS**

Engenheira Agrônoma

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2011

Dissertação submetida ao Colegiado de Curso do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Ciências Agrárias, Área de Concentração: Fitotecnia.

**Orientadora: Dr<sup>a</sup> FLÁVIA SILVA BARBOSA**

**Co-orientadora: Dr<sup>a</sup> ANA CRISTINA FERMINO SOARES**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
MESTRADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CRUZ DAS ALMAS - BAHIA - 2014

## FICHA CATALOGRÁFICA

R375b

Reis, Ademilde Silva dos.

Bioatividade de extratos de resíduo sólido de sisal no controle de *Meloidogyne javanica* no tomateiro: extrato aquoso e hidroalcoólico de resíduo sólido de sisal no manejo de *M. javanica* / Ademilde Silva dos Reis. \_ Cruz das Almas, BA, 2014.  
61f.; il.

Orientadora: Flávia Silva Barbosa.

Coorientadora: Ana Cristina Fermino Soares.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas.

1. Tomate – Cultivo. 2. Tomate – Controle biológico. 3. Nematóides em plantas – Análise. I. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II. Título.

CDD: 635.642



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias

**COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE  
ADEMILDE SILVA DOS REIS**

Membro Presidente: Profa. Dra. Flávia Silva Barbosa  
Instituição: UFRB

Membro Externo ao Programa: Profa. Dra. Cintia Armond  
Instituição: UFRB

Membro Externo ao Programa: Prof. Dr. Daniel Melo de Castro  
Instituição: Embrapa Mandioca e Fruticultura

Homologada em     /     /     .

A minha filhinha Ana Emanuele (*In memoriam*), exemplo de guerreira.

## **DEDICO**

### **Salmo 23**

1. O Senhor é o meu pastor; nada me faltará.
2. Deitar-me faz em verdes pastos, guia-me mansamente a águas tranquilas.
3. Refrigera a minha alma; guia-me pelas veredas da justiça por amor de meu nome.
4. Ainda que eu andasse pelo vale da sombra da morte, não temeria mal algum, porque tu estás comigo; a tua vara e o teu cajado me consolam.
5. Preparas uma mesa perante mim na presença dos meus inimigos, unges a minha cabeça com óleo, o meu cálice transborda.
6. Certamente que a bondade e a minha misericórdia me seguirão todos os dias da minha vida, e habitarei na casa do Senhor por longos dias.

## **OFEREÇO**

## **AGRADEÇO...**

À Deus, que permitiu a graça de ser Mestre e a vitória de concluir o curso de Pós-Graduação em Ciências Agrárias.

Aos meus familiares sempre compreensivos com minhas ausências, mantiveram-se presentes, respeitando e apoiando minhas escolhas e tiveram orgulho das minhas conquistas. A minha eterna gratidão, aos meus pais (Roque e Maura), meus avós (João e Crescência), meus tios (Roque e Rosene), meus irmãos (Etevaldo e Reginaldo) e minhas irmãs (Rita, Adenize, Natália, Alda, Celizia e Maria) que acompanharam essa trajetória.

Ao meu amado esposo Adriano pelo amor, carinho e apoio em todos os momentos.

À Universidade Federal do Recôncavo da Bahia e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) por meio do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias pela concessão da bolsa de estudos.

A minha Orientadora Flávia Barbosa e Co-orientadora Ana Cristina Soares pela orientação, atenção, paciência, compreensão e carinho.

A Juliana pela amizade, apoio e ajuda que contribuiu para desenvolver esse trabalho.

Ao Dr. Dimmy e Sr. João do Laboratório de Nematologia da Embrapa.

Aos meus amigos e colegas discentes da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Em especial aos amigos do Laboratório de Microbiologia da UFRB (Lene, Carol, Lica, Cris, Rafael, Fábio, Aglair e Josilda).

Aos docentes do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias pelos ensinamentos. Em especial ao Prof. Carlos Ramos pela orientação.

A Tod@s que contribuíram direta ou indiretamente para a conclusão do meu curso. Em especial a Jamile, Nailson e Elieson.

Meus eternos agradecimentos.

Que Deus abençoe a Todos (as).

# SUMÁRIO

Página

RESUMO	
ABSTRACT	
INTRODUÇÃO.....	1

## **Capítulo 1**

POTENCIAL NEMATICIDA DO EXTRATO AQUOSO E HIDROALCOÓLICO DE RESÍDUO SÓLIDO DE SISAL SOBRE <i>M.</i> <i>javanica</i> .....	7
--	---

## **Capítulo 2**

EXTRATO AQUOSO DE RESÍDUO SÓLIDO DE SISAL NO MANEJO DE <i>M.</i> <i>javanica</i> .....	29
---	----

CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	51
----------------------------	----

# **BIOATIVIDADE DE EXTRATOS DE RESÍDUO SÓLIDO DE SISAL NO CONTROLE DE *Meloidogyne javanica* NO TOMATEIRO**

Autora: Ademilde Silva dos Reis

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Flávia Silva Barbosa

Co-orientadora: Ana Cristina Fermino Soares

**RESUMO:** Identificar o potencial biocida de plantas mediante a avaliação de extratos botânicos no manejo de fitonematóides torna-se uma ferramenta útil por estes apresentarem compostos químicos secundários, mais compatíveis com os sistemas de produção agrícola sustentáveis. Estes produtos naturais são ambientalmente seguros e de menor risco ecotoxicológico do que os nematicidas orgânicos sintéticos. O sisal (*Agave sisalana* Perrine ex Engelm) trata-se de uma planta rica em fitoquímicos como alcalóide, saponinas, esteróides e taninos. Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de extratos de resíduo sólido de sisal no manejo de *M. javanica*. Os quatro tratamentos avaliados (água destilada, álcool a 7,5%, extrato aquoso de resíduo sólido de sisal a 75% e extrato hidroalcoólico de resíduo de sisal a 7,5%) apresentaram efeito significativo a 5% de probabilidade pelo teste de médias múltiplas, nas variáveis massas de ovos por grama de raiz e de galhas por grama de raiz. Em relação à testemunha absoluta, houve redução de 41,8 a 59,7% no número de massa de ovos e redução de 54,4 a 55,4% no número de galhas por grama de raiz, nos tratamentos com extrato hidroalcoólico e extrato aquoso de resíduo sólido de sisal, respectivamente. Este trabalho indica que o extrato aquoso comparado ao extrato hidroalcoólico de resíduo sólido de sisal apresentou melhores resultados no manejo de *M. javanica*.

**Palavras-chave:** Controle alternativo, fitonematóides, *Solanum lycopersicum* L..

# **BIOACTIVITY OF EXTRACTS FROM SOLID WASTE IN SISAL AS A CONTROL TO *Meloidogyne javanica* IN TOMATO**

Author: Ademilde Silva dos Reis

Advisor: Prof<sup>a</sup> Flávia Silva Barbosa

Coadvisor: Ana Cristina Fermino Soares

**ABSTRACT:** Identifying the plant's biocide effect by evaluating botanical extracts in the management of nematodes becomes a useful tool for there are secondary chemicals, more compatible with sustainable agricultural production systems. These natural products are environmentally safe and less ecotoxicological risky compared to synthetic organic nematicides. The sisal (*Agave sisalana* Perrine ex Engelm) is rich in phytochemicals such as alkali, saponins, steroids and tannins. This study aimed to evaluate the effect of solid waste sisal extracts in the management of *M. javanica*. The four evaluated treatments (distilled water, 7.5% alcohol, aqueous extract from sisal's solid waste at 75% and hydroalcoholic extract sisal residue at 7.5%) had significant effect at 5% probability the by the multiple means test, in the variables eggs' mass per root gram and for branches for root gram. In relation to the control treatment, a reduction of 41.8 to 59.7% in the eggs' mass number and reduction of 54.4 to 55.4% in the number of branches for root gram, in treatments with hydroalcoholic and aqueous sisal solid waste extract, respectively. This work indicates that the aqueous extract compared to the alcoholic extract of sisal solid waste presents better results in the management of *M. javanica*.

**Keywords:** Alternative control, nematodes, *Solanum lycopersicum* L..

## INTRODUÇÃO

Segundo Weischer & Brown (2000), existem cerca de 4.000 espécies de fitonematóides, parasitos de plantas. Essa ampla distribuição mundial é conferida pelas condições ambientais e as diversas formas de disseminação que possibilitam ao Filo Nematoda apresentar diversidade de espécies em diferentes habitats (GOULART, 2008; RICH et al., 2009; GOULART, 2010; WESEMAEL et al., 2011).

Os fitonematóides de galhas compreendem o maior grupo de importância agrícola causando danos econômicos às culturas no mundo (MOENS et al., 2009). Predominante em regiões de clima tropical e subtropical, as espécies de fitonematóides mais frequentes que atacam a cultura do tomateiro, destacam-se *Meloidogyne incognita* (raças 1 a 4), *M. javanica*, *M. arenaria* e *M. hapla* (RICH et al., 2009). Contudo, as espécies *M. javanica* e *M. incognita* são polifágicas, ou seja, possuem ampla gama de espécies de plantas hospedeiras para se reproduzirem (DIAS-ARIEIRA et al., 2010; LIMA et al., 2011; NEVES et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2012; CHAVES et al., 2013; GONÇALVES et al., 2014; ROSA et al., 2014; SALATA et al., 2014).

Os nematóides do gênero *Meloidogyne* atacam as plantas por meio da penetração na raiz (OLIVEIRA, 2007). No interior das raízes, os nematóides crescem e se reproduzem, originando as galhas (COYNE et al., 2007). Quando atacadas por *Meloidogyne spp.* as plantas apresentam altura desuniforme, formação de “reboleiras”, desfolhamento, amarelecimento de folhas e murcha nas horas mais quentes do dia (MOENS et al., 2009), que conseqüentemente, compromete os processos fisiológicos do vegetal (RICH et al., 2009).

Os nematóides pertencentes ao gênero *Meloidogyne* apresentam ciclo biológico de 25 a 40 dias e compreendem as fases de ovo, quatro estágios juvenis e adultos (COYNE et al., 2007). A fêmea ovípara cerca de 400 ovos no

solo ou no córtex da raiz. No ovo, o nematóide ainda imaturo, juvenil de primeiro estágio (J1), sofre a primeira ecdise ou troca de cutícula e se torna um nematóide juvenil de segundo estágio (J2). De acordo com as condições climáticas e presença do hospedeiro, o juvenil de segundo estágio, eclode do ovo, adquire mobilidade e penetra na raiz da planta. Nesta fase, denominada infectante, os juvenis se alimentam do tecido vegetal e formam as galhas nas raízes. Na fase J3 e J4, juvenil de terceiro (J3) e quarto estágio (J4), o nematóide perde a mobilidade e sofre mais três ecdises. Na fase adulta, os machos recuperam a mobilidade e abandonam o sistema radicular e, as fêmeas, endoparasitas sedentárias, aguardam a fecundação no interior da raiz (COYNE et al., 2007; MOENS et al., 2009).

Segundo Moens et al., (2009), o nematóide juvenil de segundo estágio, ao eclodir do ovo é atraído por substâncias liberadas pelas raízes das plantas, se instala nos tecidos e injeta nas células o produto de suas glândulas salivares. O nematóide provoca a hipertrofia de aproximadamente oito células, obtém o seu alimento destas, resultando na formação da galha (COYNE et al., 2007).

Os nematóides além de ocasionarem danos devido à infecção na planta, também causam lesões e, estas servem como porta de entrada a outros patógenos (RICH et al., 2009). Moura, (1997) relata que solos infestados por nematóides propiciam o desenvolvimento da doença “anel do pimentão” (*Capsicum annum* L.), causada pelo vírus do gênero *Tobravirus*. Espécies de nematóides-adaga (*Xiphinema spp.*) e de nematóides-agulha (*Longidorus spp.*) também podem transmitir vírus às plantas (COYNE et al., 2007).

Cabe ressaltar que os nematóides formadores de galhas radiculares podem encistar e suspender os processos vitais em condições ambientais adversas por longos períodos. Assim, as características do solo, temperatura e umidade interferem na sobrevivência, disseminação e infecção de *Meloidogyne spp.* ( COYNE et al., 2007; CHAVES et al., 2013).

A partir do conhecimento do ciclo biológico e sobrevivência de *Meloidogyne spp.*, a disseminação se torna um fator preocupante no controle deste fitoparasita. A disseminação do *Meloidogyne spp.* ocorre por meio da venda e distribuição de mudas infestadas, máquinas e implementos agrícolas contaminados, movimentações excessivas de solo que dispersa ovos para áreas adjacentes,

calçados, sacarias, enxurradas e erosões que dispersa o patógeno para áreas mais distantes (MOENS et al., 2009).

A utilização de extratos botânicos no manejo de nematóides evidencia que as plantas testadas possuem princípio ativo nematocida e nematostático produzido via metabolismo secundário (BENEYTO, 2014).

Tomateiros parasitados por *M. incognita* quando tratados com extratos botânicos de *Brachiaria decumbens*, *Coffea arabica*, *Leucaena leucocephala* (Lam.) tendem a ter a população do parasita sob controle, pois os extratos apresentam efeito ovicida nas posturas dos nematóides (COSTA et al., 2002). Este fato também foi observado em populações de *M. javanica* quando se tratou o solo com extrato aquoso de semente de *Mucuna pruriens* (LOPES et al., 2005).

Neves et al., (2007), em seus estudos mostraram que a biofumigação com couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*), brócolis (*Brassica oleracea* var. *itálica*) e mostarda (*Brassica juncea*) reduziu o número de galhas e massa de ovos em relação a testemunha, em raízes de tomateiro. Kowaltschuk et al., (2011), também encontraram resultados satisfatórios no controle de *M. javanica* com extratos de plantas anti-helmínticas, mediante produto elaborado com as plantas hortelã (*Mentha* sp. L.); laranja-amarga (*Citrus aurantium* L.); losna (*Artemisia absinthium* L.); jalapa (*Mirabilis jalapa* L.); anis (*Pimpinella anisum* L.) e abóbora (*Cucurbita* spp.).

Fazer uso de princípios químicos naturais no manejo de fitonematóides, torna-se excelente estratégia para sistemas de produção de interesse agrícola em que uma praga polífaga e com alta capacidade adaptativa como o *M. javanica* possa atacar.

Este trabalho é apresentado em dois capítulos. O primeiro capítulo apresenta o potencial nematocida de extratos de resíduo sólido de sisal sobre *M. javanica* e o segundo capítulo aborda sobre o extrato de resíduo sólido de sisal que teve melhor resposta no capítulo 1 para se identificar qual a dose que melhor controle *M. javanica* e que tenha potencial para uso em manejos de fitonematóides.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BENEYTO, L. C. **Metabolitos secundarios de naturaleza fenólica: papel em la respuesta defensiva de plantas de tomate.** Tesis (Doctoral em Biotecnología). Universitat Politècnica de València: València, 2014. 274p.

CHAVES, P. P. N.; SANTOS, G. R.; SILVEIRA, M. A.; GOMES, L. A. A.; MOMENTÉ, V. G.; NASCIMENTO, I. R. Reaction of genotypes of the sweet potato to nematode galls in high temperature conditions. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 6, 2013.

COYNE, D. L.; NICOL, J. M.; CLAUDIUS-COLE, B. Nematologia prática: Um guia de campo e de laboratório. Tradução de Isabel Abrantes. Cotonou: IITA, 2007. 85p.

COSTA, M. J. N.; CAMPOS, V. P.; PFENNING, L. H.; OLIVEIRA, D. F. Patogenicidade e reprodução de *Meloidogyne incognita* em tomateiro (*Lycopersicon esculentum*) com aplicação de filtrados fúngicos ou extratos de plantas e de esterco. **Nematologia Brasileira**, v.26, n.1, p. 5-12. 2002.

DIAS-ARIEIRA, C. R.; SANTOS, D. A.; SOUTO, E. R.; BIELA, F.; CHIAMOLERA, F. M.; CUNHA, T. P. L.; PUERARI, H. H. Reação de Variedades de Cana-de-açúcar aos Nematóides-das-galhas. **Nematologia Brasileira**, v. 34, n. 4, p. 198-203, 2010.

GONÇALVES, L. A.; BRIDA, A. L. D.; SILVA, M. D. F. A.; JUNIOR, C. B.; WILCKEN; S. R. S. Chrysanthemum reaction to *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne javanica* and *Meloidogyne enterolobii*. **Summa Phytopathologica**, v. 40, n. 1, p. 71-74, 2014.

GOULART, A. M. C. Aspectos gerais sobre nematóides-das-lesões-radiculares (gênero *Pratylenchus*). Planaltina: **Embrapa Cerrados**, 2008. 30p. (Documentos).

GOULART, A. M. C. Análise nematológica: importância e princípios gerais. Planaltina: **Embrapa Cerrados**, 2010. 45p. (Documentos).

KOWALTSCHUK, I.; DALLEMOLE-GIARETTA, R.; FARIA, C. M. D. R.; NEVES, W. S.; CAVALLIN, I. C.; LEITE, C. D. Avaliação de produtos medicinais à base de plantas anti-helmínticas no controle do nematóide das galhas. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 5, n. 1, 2011.

LIMA, F. B.; CAMPOS, H. D.; RIBEIRO, L. M.; SILVA, L. H. C.; RIBEIRO, G. C.; NEVES, D. L.; DIAS-ARIEIRA, C. R. Efeito da cama de frango na redução da população do nematóide-de-cisto da soja. **Nematologia Brasileira**, v. 35, n. 3-4, p. 71-77, 2011.

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

MOENS, M.; PERRY, R. N.; STARR, J. L. *Meloidogyne* species—a diverse group of novel and important plant parasites. **Root-knot nematodes**, v. 1, p. 483, 2009.

MOURA, R. M. Doenças do Inhame. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, J. A. M. Volume 2: **Manual de fitopatologia**. São Paulo: Agronômica Ceres. p.434-439, 1997.

NEVES, W. S.; FREITAS, L. G.; COUTINHO, M. M.; PARREIRA, D. F.; FERRAZ, S.; COSTA, M. D. Biofumigação do solo com espécies de brássicas para o controle de *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**, v. 31, n. 3, p. 195-201, 2007.

NEVES, W. S.; DE FREITAS, L. G.; DALLEMOLE-GIARETTA, R.; COUTINHO, M. M.; FERRAZ, S.; PARREIRA, D. F. Incorporação de Farinha de Semente de Mamão ao Solo para o Controle de *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**, v. 36, n. 1-2, p. 25-31, 2012.

OLIVEIRA, C. M. G. Panorama das doenças e pragas em horticultura: doenças causadas por nematóides. **Biológico**, v. 69, p. 85-86, 2007.

OLIVEIRA, R. M.; RIBEIRO, R. C. F.; XAVIER, A. A.; PIMENTA, L.; KORNDORFER, G. H. Efeito do silicato de cálcio e magnésio sobre a reprodução de *Meloidogyne javanica* e desenvolvimento de mudas de bananeira prata-anã. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 2, p. 409-415, 2012.

RICH, J. R.; BRITO, J. A.; KAUR, R.; FERRELL, J. A. Weed species as hosts of *Meloidogyne*: a review. **Nematropica**, v. 39, n. 2, p. 157-185, 2009.

ROSA, J. M. O.; OLIVEIRA, S. A.; JORDÃO, A. L.; SIVIERO, A.; Claudio OLIVEIRA, C. M. G. Nematóides fitoparasitas associados à mandioca na Amazônia brasileira. **Acta Amazonica**, v.44, n.2, p. 271-275, 2014.

SALATA, A. C.; BERTOLINI, E. V.; MAGRO, F. O.; CARDOSO, A. I. I.; WILCKEN, S. R. S. Macronutrientes em pepino enxertado em áreas com nematóides de galhas. **Revista Biotemas**, v. 26, p. 2, 2013.

WEISCHER, B.; BROWN, D. J. F. **An Introduction to Nematodes: General Nematology: a Student's Textbook**. Pensoft Publishers, 2000. 187 p.

WESEMAEL, W. M. L.; VIAENE, N.; MOENS, M. Root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) in Europe. **Nematology**, v. 13, n. 1, p. 3-16, 2011.

# CAPÍTULO 1

## POTENCIAL NEMATICIDA DO EXTRATO AQUOSO E HIDROALCOÓLICO DE RESÍDUO SÓLIDO DE SISAL SOBRE *M. javanica* <sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Artigo a ser ajustado e submetido ao Comitê Editorial da Revista Nematologia Brasileira.

## **POTENCIAL NEMATICIDA DO EXTRATO AQUOSO E HIDROALCOÓLICO DE RESÍDUO SÓLIDO DE SISAL SOBRE *M. javanica***

**RESUMO:** O objetivo neste trabalho foi avaliar o efeito de extratos aquoso e hidroalcoólico de resíduo sólido de sisal no manejo de *M. javanica* em mudas de tomateiro. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente ao acaso com quatro tratamentos e doze repetições. Mudas de tomateiro Santa Clara foram transplantadas para sacos de muda contendo 2 litros de solo e, após sete dias, cada planta foi inoculada com 1.000 juvenis de segundo estágio (J2) de *M. javanica*. No dia posterior a inoculação, foram aplicados no solo 50 mL dos tratamentos (água destilada, álcool a 7,5%, extrato aquoso de resíduo sólido de sisal a 75% e extrato hidroalcoólico de resíduo sólido de sisal a 7,5%). Quarenta dias após a inoculação com juvenis de segundo estágio (J2) de *M. javanica*, as plantas de tomateiro foram avaliadas quanto a altura, diâmetro do caule à altura dos cotilédones, peso da massa fresca da parte aérea e das raízes, peso da massa seca da parte aérea e das raízes, número de galhas e de massa de ovos por grama de raiz. Os quatro tratamentos apresentaram efeito significativo a 5% de probabilidade pelo teste de médias múltiplas nas variáveis massa de ovos por grama de raiz e galha por grama de raiz de *M. javanica* nas plantas de tomateiro. Tomateiro tratados com extrato hidroalcoólico de resíduo sólido de sisal e as que receberam o tratamento testemunha relativa (álcool a 7,5%) apresentaram comportamento similar não diferindo entre si quanto ao número de ovos por grama de raízes do tomateiro nem quanto ao número de galhas por grama de raízes produzidas *M. javanica*. O extrator álcool interferiu no efeito dos metabólitos secundários presentes no resíduo sólido de sisal. O extrato aquoso de resíduo sólido de sisal é uma alternativa viável no manejo de nematóide da espécie *M. javanica* visto que não afetou as variáveis altura, diâmetro, massa fresca da parte aérea e da raiz, massa seca da parte aérea e da raiz mas reduziu o número de galhas e massa de ovos de *M. javanica* em plantas de tomateiro.

**PALAVRAS CHAVE:** Controle de nematóides, *Meloidogyne* spp., *Solanum lycopersicum* L..

## **NEMATICIDE POTENTIAL OF SISAL AQUEOUS AND HYDROALCOHOLIC WASTE EXTRACT OVER *M. javanica***

**ABSTRACT:** This study aimed to evaluate the effect of aqueous and hydroalcoholic from sisal solid waste in the management of *M. javanica* in tomato seedlings. The experiment was conducted in a completely randomized design with four treatments and twelve repetitions. Santa Clara tomato seedlings were transplanted to seedling bags containing 2 liters of soil and, after seven days, each plant was inoculated with 1,000 second-instar juveniles (J2) of *M. javanica*. In the post-inoculation day, 50 mL of the treatments were applied on the soil (distilled water, alcohol 7.5%, sisal solid waste aqueous extract at 75% and the hydroalcoholic extract from sisal solid residue at 7.5%). Forty days after inoculation with second stage juveniles (J2) of *M. javanica*, the tomato plants were evaluated for height, stem diameter at the cotyledons height, fresh mass weigh of shoots and roots, dry mass weigh of shoots and roots mass, number of branches and egg mass per gram of root. The four treatments showed significant effects at 5% probability by multiple means test in the variable egg mass per root gram and branch per root gram for *M.javanica* on tomato plants. Tomato treated with alcoholic extract of solid sisal waste those which received the relative control treatment (7.5% alcohol) showed similar outcomes, not differing from each other as the number on the eggs per gram of tomato roots and on the number of branches per gram of roots produced *M. javanica*. The extractor alcohol interfered on the effect of secondary metabolites present in solid waste sisal. The aqueous extract of sisal solid waste is a viable alternative in the management of nematode *M. javanica* species as it does not affect the variables height, diameter, fresh weight of shoot and root, dry weight of shoot and root but it reduced the number of branches and mass *M. javanica* eggs in tomato plants.

**KEYWORDS:** Nematode control, *Meloidogynespp*, *Solanum lycopersicum*L..

## INTRODUÇÃO

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.), planta originária das Américas do Sul e Central, produz frutos de excelentes propriedades nutricionais e funcionais. É uma fruta rica em água (93% a 95%) e compostos inorgânicos, açúcares, sólidos insolúveis em álcool e outros compostos (5% a 7%), substâncias importantes para a nutrição humana (GIORDANO & RIBEIRO, 2000). O tomate é um alimento rico em vitaminas A, B e C (MELO, et al., 2014).

O tomateiro apresenta grande importância econômica mundial (MELO, et al., 2014). No cenário brasileiro, o cultivo de tomate possui grande relevância. Em 2013, o Brasil destinou para essa cultura uma área de 58.712 ha e teve uma safra estimada em 3.838.092 toneladas (IBGE, 2013). O estado da Bahia é responsável por 5,1% da produção nacional de tomate, com 196.360 toneladas deste fruto (IBGE, 2013), sendo portanto uma cultura agrícola cultivada e consumida em todo território nacional.

Por outro lado, a ocorrência de pragas e doenças são fatores limitantes na produção. Dentre as principais doenças, destacam-se as ocasionadas pelos nematóides do gênero *Meloidogyne*, sendo as espécies *M. incognita* (raças 1 a 4), *M. javanica*, *M. arenaria* e *M. Hapla* (RICH et al., 2009) as plantas mais frequentes. As plantas possuem seu sistema radicular infectado por esses nematóides, apresentam baixo vigor e pouco desenvolvimento da parte aérea (ASMUS, 2001; RABELLO, 2010).

Chaboussou, (1987) aborda que o aumento da incidência de pragas e doenças leva os produtores à aplicações preventivas e intensivas de produtos fitossanitários, resultando no aparecimento de pragas e patógenos resistentes aos produtos usados. Pesquisas realizadas mostram que adotar o manejo alternativo de doenças na produção do tomateiro como medidas de controle do nematóide *M.*

*javanica*, apresenta resultados satisfatórios (DAMASCENO, 2011). O manejo alternativo, além de contribuir para a conservação do meio ambiente possibilita produzir alimentos mais saudáveis.

Após a Revolução Verde, a maioria dos trabalhos científicos desenvolvidos, concentram-se em eliminar do ambiente o organismo identificado como causador do dano (ALTIERI, 2009). Contrapondo ao modelo agrícola convencional, a ciência Agroecológica baseia-se em princípios, conceitos e metodologias da Ciência Ecologia, voltados ao manejo de Agroecossistemas produtivos, visando aumentar os níveis de sustentabilidade (ALTIERI, 2009). Assim, a Agroecologia proporciona princípios e/ou correntes de bases científicas para desenvolver uma agricultura sustentável (ALTIERI, 2009).

Entende-se por agroecossistemas um ecossistema com presença de no mínimo uma população agrícola regulado pela intervenção humana (LIMA, et al., 2010). Os ecossistemas naturais são conjunto de comunidade interagindo entre si e sofrendo interação de fatores abióticos (LAMSAIF, et al., 2014; SILVA & CÂNDIDO, 2014).

Chaboussou (1987) faz uma ressalva a cerca da importância de estudar e compreender, conjuntamente, o contexto ambiental e o aparecimento dos organismos no Agroecossistema. Este autor discorre sobre o assunto por meio da Teoria da Trofobiose e explica que o desequilíbrio fisiológico do vegetal é causado pelo manejo agrícola incorreto em que predomina-se a proteólise sobre a proteossíntese no vegetal, e, conseqüentemente, surgem pragas e doenças no sistema agrícola.

Primavesi (2002), demonstra que os nematóides aproveitam as lesões existentes ou partes enfraquecidas para parasitar os vegetais. Assim, pode-se inferir que a infestação de nematóides, na lavoura, também é consequência do desequilíbrio nutricional da planta, devido ao acúmulo de aminoácidos livres e açúcares redutores na seiva (CHABOUSSOU, 1987), que podem favorecer o ataque de outros fitopatógenos, sendo estes indicadores de manejo agrícola mal conduzido.

No Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), há registros de sete nematicidas recomendados no controle de *M. javanica* na cultura do tomateiro, sendo eles: bunema 330 CS; diafuran 50; furacarb 100 GR; furadan

100 G; furadan 350 SC; furadan 50 GR, e; marshal 50 GR. No entanto, os nematicidas sintéticos são produtos tóxicos, de alto custo, perigosos ao meio ambiente e ao homem (BETTIOL & MORANDI, 2009).

Desta forma, parte do avanço no campo científico, se dá por meio da pesquisa visando soluções tecnológicas para o manejo de Agroecossistemas sustentáveis. Como exemplo, cita-se a utilização de extratos botânicos no manejo de pragas (DAMASCENO, 2011) e doenças (MORAIS, et al., 2010) que vem sendo apontada como uma alternativa de manejo ecológico no setor agrícola (MAZZAFERA, 2003) ou pecuário (HEIMERDINGER, et al., 2006; DOMINGUES, et al. 2010).

O uso adequado de extratos botânicos causa poucas perturbações à microfauna e macrofauna do solo por estes serem de origem natural (ALTIERI, 2009). Por outro lado, o uso intensivo de produtos químicos, no cultivo agrícola, pode desencadear doenças conhecidas como iatrogênicas; isto é, surgem novas doenças, no vegetal, decorrentes de reações adversas do tratamento submetido (BETTIOL & MORANDI, 2009). Neste caso, as doenças iatrogênicas são consequência do tratamento fitossanitário, ou seja, após o uso de agrotóxico ocorre a proliferação desordenada de micro e/ou macroorganismos que antes mantinham relação harmônica com a cultura (CHABOUSSOU, 1987).

Contrapondo ao método de controle químico, os métodos de controle cultural, físicos, genéticos e biológicos, quando adotados no manejo da meloidoginose possibilitam menores perturbações ao meio ambiente e tem sido uma opção de baixo custo ao produtor, que se manejados de forma conjunta, tendem a conservar o meio ambiente.

A rotação de culturas é a principal medida recomendada para o manejo de nematóides, que consiste no cultivo alternado de plantas de famílias diferentes da cultura principal, e que não sejam hospedeiras do fitopatógeno (BAIDA et al., 2011; WESEMAEL et al., 2011). Em conjunto a este método, pode-se incorporar a parte aérea seca da planta *Mucuna pruriens* ao solo. Lopes et al., (2005b) verificaram que esta prática agrícola causou a redução significativa do número de galhas de *M. incognita* e *M. javanica* nas raízes de tomateiros.

O controle físico empregado no manejo de fitonematóides perpassa pelo método de preparo do solo. Neste caso, os processos de mobilização do solo,

como aração e/ou gradagem, criam condições físicas no bom desenvolvimento das culturas e também contribuem no manejo de nematóides (MOENS et al., 2009).

O emprego de variedades resistentes desenvolvidas por meio do melhoramento genético também mostrou-se efetivo no controle de meloidoginose no Brasil, Giordano et al., (2010) verificaram que a cultivar de tomate BRS Tospodoro apresenta o gene Mi1-2 que lhe confere resistência a *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *M. arenaria*.

Medidas alternativas, como o controle biológico e o uso de extratos botânicos, também podem ser implementadas para o controle de pragas, o que nem sempre está disponível ao produtor (PENTEADO, 2000), demandando pesquisas para o desenvolvimento de processos e produtos tecnológicos.

Em condições de casa de vegetação verifica-se que o uso da estirpe PRBS-1 de *Bacillus subtilis* promove redução da reprodução de nematóides formadores de galhas em raízes de tomateiro, além de atuar no crescimento da planta (ARAUJO & MARCHESI, 2009). Filtrados de *Fusarium moniliforme* e *Paecilomyces lilacinus* reduziram significativamente a produção de ovos de *M. incognita* em plantas de tomate infectadas por esse nematóide (COSTA et al., 2002).

Tomateiros parasitados por *M. incognita* quando tratados com extratos botânicos de *Brachiaria decumbens*, *Coffea arabica*, *Leucaena leucocephala* tendem a ter a população parasita sob controle, pois os extratos apresentam efeito ovicida nas posturas dos nematóides (COSTA et al., 2002). Fato também observado em populações de *M. javanica* em solo tratado com extrato aquoso de semente de *Mucuna pruriens* (LOPES et al., 2005a).

Identificar o potencial biocida dos vegetais mediante uso de extratos botânicos torna-se uma ferramenta viável, uma vez que, muitas plantas têm apresentado bom desempenho como controle alternativo de fitonematóides por serem ricas em compostos químicos secundários (ANGELO & DALMOLIN, 2007). Estes métodos são mais compatíveis com os sistemas de produção agrícola sustentáveis, por serem ambientalmente seguros e de menor risco ecotoxicológico do que os nematicidas orgânicos sintéticos (COSTA et al., 2002; LOPES et al., 2005a).

Na região Nordeste do Brasil, o sisal (*Agave sisalana* Perrine ex Engelm), devido à sua adaptação climática ao semi-árido e resistência à seca, é cultivado em larga escala para produção de fibras, móveis e artesanatos (PIZARRO et al., 1999; COUTINHO, et al., 2006; MARTIN et al., 2009). Trata-se de uma planta rica em fitoquímicos como alcalóide, saponinas, esteróides, (ZULLO et al., 1999), cumarina e taninos (BARRETO et al., 2010). Chitwood (2002) estudando estratégias de controle de nematóides baseadas em fitoquímicos identificou que alcalóide, saponinas e esteróides possuem efeito nematicida e grande potencial de uso na agricultura.

A literatura comprova o efeito inseticida dos metabólitos presentes na planta de sisal sobre larvas do mosquito *Culex quinquefasciatus* (Pizarro et al., 1999). Apresenta também ação microbiana sobre *Aspergillus niger*, agente causal da podridão vermelha no sisal (SOUZA, 2010) e *Fusarium oxysporum*, agente etiológico da murcha-de-fusário no feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) (MORAIS, et al., 2010).

Esses estudos apresentaram resultados relevantes e indicam que a utilização do resíduo de sisal no controle de *M. javanica* pode se constituir em uma alternativa viável para o manejo sustentável do patógeno e destino adequado do resíduo do sisal.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial nematicida do extrato aquoso e hidroalcoólico de resíduo sólido de sisal no manejo de *M. javanica* em tomateiro.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Caracterização do local do experimento**

O experimento foi conduzido no Laboratório de Microbiologia Agrícola e em casa de vegetação, no Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas (CCAAB), da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), no município de Cruz das Almas – BA, a 226 m de altitude (12° 40' 39''S; 39° 06' 23''W).

### **Obtenção do resíduo de sisal**

O resíduo sólido de sisal foi obtido em propriedades rurais no semiárido, região sisaleira da Bahia. Sendo acondicionado em ambiente ventilado e exposto ao sol para pré-secagem. Posteriormente, foi transferido para uma estufa a temperatura de 60°C, onde permaneceu por dois dias, até sua completa secagem. O resíduo sólido de sisal foi passado em peneira de trama larga para retirada da bucha e pedaços de fibra remanescentes e em seguida foi triturado em micromoinho tipo Wiley, para obtenção de um pó.

#### **Obtenção do extrato aquoso de resíduo sólido de sisal**

Foram adicionados 1000 mL de água fervente sobre 200 gr do resíduo sólido e moído de sisal, sendo esta mistura reservada em recipiente de vidro âmbar fechado até se encontrar em temperatura ambiente (infusão). Para proceder a filtração do chá, usou-se peneira plástica de 12 micra.

#### **Obtenção do extrato hidroalcoólico de resíduo sólido de sisal**

Foram adicionados 500 mL de álcool com 100,00°INPM sobre 100 gr do resíduo sólido, sendo esta mistura reservada em recipiente de vidro âmbar fechado por 15 dias, com agitação diária. Para proceder a filtração do extrato, usou-se peneira plástica de 12 micra.

#### **Obtenção do inóculo de *Meloidogyne javanica***

Tomateiros cv. 'Santa Cruz Kada' infectados com *M. javanica* foram cultivados em casa de vegetação da UFRB. As raízes dos tomateiros foram retiradas do solo e lavadas em água corrente. Em seguida, as raízes foram amassadas suavemente com as mãos em solução de hipoclorito de sódio a 0,5%. Passou-se a suspensão em um conjunto de peneiras, composta por peneira de 500 mesh acoplada em peneira de 60 mesh. O material acondicionado na peneira de 500 mesh foi transferido para tubos de 12 mL, centrifugado em água destilada estéril, seguido da centrifugação em solução de sacarose a 5%, em centrífuga por 3 minutos a 3000 rpm cada ciclo, segundo a técnica de Coolen & D'Here (1972). Posteriormente, colocou-se o material em câmara de eclosão montada em bandeja plástica com peneira de 12 micra forrada com papel toalha poroso. A

câmara de eclosão foi coberta com jornal, sendo este amarrado com barbante e acondicionado em BOD a temperatura de 28 °C por cinco dias.

Confirmou-se a eclosão dos juvenis de segundo estágio (J2) de *M. javanica* por meio de observações em microscópio óptico. Em seguida, procedeu-se a contagem dos juvenis de segundo estágio. Pipetou-se 1 mL da suspensão na lâmina para contagem de nematóides com posterior observação em microscópio óptico. O ajuste da suspensão de inóculo foi realizado adicionando água destilada até obter uma média de 500 nematóides/mL.

### **Tratamentos e delineamento experimental**

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente ao acaso com quatro tratamentos e doze repetições. Cada unidade experimental foi composta de uma planta de tomateiro em saco plástico contendo 1L de substrato.

T1: testemunha absoluta (plantas inoculadas com nematóides e tratadas com água destilada);

T2: testemunha relativa (plantas inoculadas com nematóides e tratadas com álcool a 7,5%);

T3: plantas inoculadas com nematóides e tratadas com extrato aquoso de resíduo sólido de sisal a 75%;

T4: plantas inoculadas com nematóides e tratadas com extrato hidroalcoólico de resíduo sólido de sisal a 7,5%.

As doses utilizadas no presente trabalho são consideradas como doses máximas capazes de não provocarem fitotoxicidade a plantas de tomateiro.

Sementes de tomateiro cv. Santa Clara, susceptível ao nematóide da espécie *M. javanica* (CHAVES et al., 2013), foram colocadas para germinar em bandejas plásticas contendo areia lavada estéril. Quinze dias após a emergência, as mudas de tomateiros foram transplantadas para sacos plásticos contendo 1L de substrato composto por solo e areia lavada estéreis na proporção 2:1 (v:v), sendo irrigadas diariamente. O solo foi coletado no campo experimental da UFRB, da camada de 0-20 cm de um latossolo amarelo de textura argilosa Tabela 1 (Anexo).

Sete dias após o transplante, cada muda de tomateiro foi inoculada com 1.000 juvenis de segundo estágio (J2) de *M. javanica*. No dia seguinte à

inoculação, foi adicionado ao solo dose única de 50 mL dos tratamentos em cada unidade experimental.

Para obter as diluições dos extratos, foi adicionada água destilada. Após a aplicação dos tratamentos, todas as plantas de tomateiro foram mantidas na casa de vegetação e irrigadas com água uma vez por dia durante 40 dias.

Quarenta dias após a inoculação com juvenis de segundo estágio (J2) de *M. javanica*, as plantas de tomateiro foram avaliadas quanto a altura com uma régua milimetrada, diâmetro do caule à altura dos cotilédones com paquímetro, massa fresca da parte aérea e das raízes, número de galhas e de massa de ovos por grama de raiz. Posteriormente, a parte aérea e as raízes das plantas foram secas em estufa com ventilação forçada a 65°C, até atingir massa constante, quando se determinou a massa seca dessas partes vegetais.

Para visualização das massas de ovos de nematóides, preparou-se solução corante com 30g de preparo sólido para refresco sabor de morango marca Maratá, em um béquer contendo 500 mL. As raízes foram imersas nessa solução por 20 minutos, seguida por lavagem em água destilada e, posteriormente, foram transferidas para água destilada por 10 minutos.

Em seguida realizou-se a contagem do número de galhas e massa de ovos nas raízes. Sendo a massa de ovos colorida pelo refresco de morango.

### **Análise estatística**

Como não foi atendida a distribuição normal ( $p > 0,05$ ) para as variáveis resposta, verificada pelo teste de Shapiro Wilk, bem como a normalidade dos resíduos, verificada pelo *Q-Q test* optou-se por utilizar-se os GLM.

Foram utilizados Modelos Lineares Generalizados (GLM) com função de ligação identidade Gama e teste múltiplo tipo LSD conforme descrito em Souza et al., (2012). Utilizou-se o seguinte modelo:

$$Y = \mu + \text{Solvente} + \text{Trat} + \text{Solvente:Trat} + \text{erro}$$

Y = variável resposta;

$\mu$  = média, constante do modelo;

Trat = efeito do tratamento;

Solvente = álcool ou água (efeito do solvente);

Solvente: Tratamento = interação entre os solventes e os princípios nematocidas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação dos extratos de resíduo sólido de sisal reduziram o número de ovos por grama de raízes do tomateiro e o número de galhas por grama de raízes (Tabela 1). Por outro lado verifica-se que as plantas de tomate tratadas com o extrato hidroalcoólico de resíduo sólido de sisal e as que receberam o tratamento testemunha relativa (álcool a 7,5%), apresentaram comportamento similar não diferindo entre si quanto ao número de galhas e de massa de ovos por grama de raízes do tomateiro. Esse efeito está associado principalmente ao extrator e não aos metabólitos secundários presentes no resíduo sólido de sisal. Contudo, o tratamento com extrato aquoso de resíduo sólido de sisal apresentou maior redução no número de ovos, sendo mais eficiente que os demais tratamentos.

Chitwood (2002) estudando estratégias de controle de nematóides baseadas em fitoquímicos identificou que alcalóides, saponinas e esteróides possuem efeito nematocida, o que pode explicar os resultados obtidos com o tratamento extrato aquoso de resíduo sólido de sisal, uma vez que o sisal é uma planta rica em alcalóide, saponinas, esteróides (ZULLO et al., 1999).

Em relação à testemunha absoluta, verifica-se que houve redução de 41,8 a 59,7% no número de massa de ovos e redução de 54,4 a 55,4% no número de galhas por grama de raiz, nos tratamentos com extrato hidroalcoólico e extrato aquoso de resíduo sólido de sisal, respectivamente (Tabela 1). Estes resultados reforçam o potencial nematocida encontrado no resíduo sólido de sisal, o qual pode ser empregado no manejo de meloidoginose na cultura do tomateiro. Segundo Silva et al., (2010), as saponinas, encontradas em plantas de sisal, atuam sobre membranas celulares. Pode inferir que as saponinas interagiram no metabolismo dos nematóides.

Costa et al., (2002) constataram que extratos botânicos de *Brachiaria decumbens* e *Coffea arabica* via extração metanólica e extrato aquoso de

*Leucaena. leucocephala* (Lam.) reduzem ( $p \leq 0,05$ ) o número de ovos em tomateiros inoculados com *M. incognita*. Da mesma forma, Lopes et al., (2005a) observaram uma redução de 47% no número de ovos de *M. javanica*, quando as plantas de tomate foram tratadas com extrato aquoso de semente de *Mucuna pruriens*, demonstrando o efeito nematicida de metabólitos secundários vegetais.

**Tabela 1.** Número de massa de ovos e de galhas em raízes de tomateiros inoculados com *M. javanica* e tratados com extratos de resíduo sólido de sisal, cultivadas por 40 dias após a inoculação.

TRATAMENTOS*	Número de galhas.gr de raízes	Redução de número de galhas (%)	Número de massa de ovos.gr raízes	Redução de número de massa de ovos (%)
Testemunha absoluta (água)	28,3a	-	20,1a	-
Testemunha relativa (álcool a 7,5%)	11,3b	60,7	9,7ab	51,7
Extrato hidroalcoólico de resíduo sólido de sisal	12,9b	54,4	11,7b	41,8
Extrato aquoso de resíduo sólido de sisal	12,6b	55,4	8,1c	59,7

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na coluna, não diferem entre si pelo teste de médias múltiplas à 5% de probabilidade. \* Extrato hidroalcoólico a 7,5% e extrato aquoso a 75%.

Os resultados, na tabela 2, indicam que o melhor desempenho foi verificado na testemunha absoluta e que as plantas tratadas com álcool, seja em forma de extrato ou como testemunha relativa, apresentaram-se com caules de diâmetros menores. Verificou-se, contudo que as plantas tratadas com extrato aquoso de resíduo sólido de sisal tiveram melhor desenvolvimento quando comparadas à testemunha relativa e se equipararam com as plantas tratadas com extrato hidroalcoólico de resíduo sólido de sisal (Tabela 2).

Em relação às respostas de desenvolvimento dos tomateiros que receberam os quatro tratamentos, observou-se que para o diâmetro do caule (DIA) houve diferença entre os tratamentos quando comparado à testemunha absoluta (Tabela 2).

Plantas tratadas com extrato aquoso de resíduo sólido de sisal mostraram melhor desempenho em relação à sua altura (ALT) diferindo dos demais tratamentos (Tabela 2). Esse resultado pode estar relacionado tanto à presença de metabólitos secundários no extrato (CHITWOOD, 2002), como a produção de

fitoquímicos pelo tomateiro em condições de herbivoria (ANGELO & DALMOLIN, 2007).

Observou-se que para as respostas de desenvolvimento, massa fresca da raiz (MFR), massa fresca de parte aérea (MFPA), massa seca da raiz (MSR) e massa seca da parte aérea (MSPA), as plantas tratadas com álcool, seja como testemunha relativa ou mediante extrato hidroalcoólico de resíduo sólido de sisal, não diferiram entre si, mas diferiram da testemunha absoluta e das plantas tratadas com extrato aquoso de resíduo sólido de sisal (Tabela 2), com desempenho inferiores à estes.

Em trabalho semelhante Damasceno (2011), demonstra que os isolados de actinobactérias BFT 4, BFT 41 e BFT 87, provenientes de resíduo seco de sisal, produziram metabólitos secundários, com efeito, nematicida. Contudo, o isolado BFT 4, reduziu 51,0%, 73,7%, 49,4% e 72,8% no número de galhas/planta, número de galhas/g de raiz, a massa de ovos/planta e massa de ovos/g de raiz, respectivamente.

**Tabela 2.** Respostas de desenvolvimento do diâmetro do caule (DIA.cm), altura (ALT.m), massa fresca da raiz (MFR.gr), massa fresca de parte aérea (MFPA.gr), massa seca da raiz (MSR.gr) e massa seca da parte aérea (MSPA.gr) em tomateiros inoculados com juvenis de segundo estágio (J2) de *M. javanica* e tratados com extratos de resíduo sólido de sisal, cultivadas por 40 dias após a inoculação.

TRATAMENTOS	DIA	ALT	MFR	MFPA	MSR	MSPA
Testemunha absoluta (água)	0,83a	0,80bc	24,78a	79,13a	7,00a	17,10a
Testemunha relativa (álcool)	0,62c	0,95ab	12,64b	51,44b	5,47c	13,0b
Extrato hidroalcoólico de resíduo sólido de sisal	0,66ac	0,97ab	13,61b	49,73b	5,52c	13,65b
Extrato aquoso de resíduo sólido de sisal	0,72b	1,01a	21,23a	73,99a	6,19b	16,87a

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na coluna, não diferem entre si pelo teste de médias múltiplas à 5% de probabilidade.

Para variável massa seca de raiz (MSR) verifica-se que os tratamentos testemunha relativa e extrato hidroalcoólico de resíduo sólido de sisal não diferiram entre si, contudo diferiram dos demais tratamentos (Tabela 2). Verifica-se que as plantas que receberam o extrato aquoso de resíduo sólido de sisal diferem da testemunha absoluta apresentando massa seca da raiz menor do que

a testemunha absoluta. Tal resultado pode estar vinculado ao menor número de galhas presente nas raízes tratadas com extrato aquoso de resíduo sólido de sisal.

Lopes et al., (2005a) não verificaram influência dos metabólitos secundários presentes no extrato aquoso de semente de *Mucuna pruriens* sobre as variáveis altura e peso fresco da parte aérea de plantas de tomate infectadas por *M. javanica* quando comparado a testemunha, corroborando com os resultados obtidos nessa pesquisa quanto à não interferência do extrator água nos processos biológicos da planta em estudo.

Costa et al., (2002) estudando o efeito de diferentes extratos botânicos no controle de *M. incognita* verificaram que o extrato metanólico de *Coffea arabica* L. afetou negativamente o peso fresco de parte aérea do tomateiro quando comparado com a testemunha, corroborando com os resultados obtidos nesse trabalho em que os tratamentos contendo álcool seja na testemunha relativa ou no extrato hidroalcoólico, afetaram negativamente a planta, indicando um possível efeito do extrator.

Kowaltschuk et al., (2011), observaram que o produto Verme-flora com extratos de plantas anti-helmínticas, mediante produto elaborado com as plantas hortelã (*Mentha* sp. L.); laranja-amarga (*Citrus aurantium* L.); losna (*Artemisia absinthium* L.); jalapa (*Mirabilis jalapa* L.); anis (*Pimpinella anisum* L.) e abóbora (*Cucurbita* spp.), nas concentrações de 25% e 50% causaram redução no número de massas de ovos do nematóide *M. javanica* em 53% e 66%, respectivamente. Diferentemente da dose e quantidade de aplicações dessa pesquisa, o produto Verme-flora não afetou o número de galhas, a altura, a massa fresca da parte aérea e a massa fresca da raiz de tomateiro.

A solubilidade dos compostos secundários presentes no resíduo sólido de sisal em solventes polares (álcool) e apolares (água) (MARTINS et al., 2013) também explicam os resultados obtidos tanto no manejo de nematóides quanto no desenvolvimento de plantas de tomateiro nos tratamentos estudados. Contudo, os extratos botânicos, do presente estudo, apresentaram diferentes compostos ativos na composição (CHITWOOD, 2002) devido a polaridade dos solventes água e álcool.

Araujo & Marchesi, (2009) observaram que o uso da estirpe PRBS-1 de *Bacillus subtilis* reduziu a reprodução de nematóides formadores de galhas em raízes de tomateiro e atuou no desenvolvimento da planta. Corroboram com os resultados deste trabalho, pois, o manejo alternativo da doença meloidogynose com extrato sólido de sisal, controlou o nematóide e contribui no crescimento das plantas de tomateiro.

Neste contexto, Roldi et al., (2013) verificaram que o bokashi controlou a população de *M. incognita* e promoveu o desenvolvimento da altura, massa fresca e seca da parte aérea, e massa fresca e seca de raiz em plantas de tomateiro. Os autores também comprovaram que a torta de mamona exerceu efeito nematicida, sendo o resíduo de peixe e a farinha de osso ineficientes no controle de nematóides.

O extrato de resíduo sólido de sisal, seja hidroalcoólico ou aquoso, apresentaram ação nematicida no manejo de *M. javanica* em mudas de tomateiro. Portanto, torna-se uma tecnologia de baixo custo com viés socioambiental.

## CONCLUSÕES

1. O solvente álcool interferiu no efeito dos metabólitos secundários presentes no resíduo sólido de sisal;
2. Os extratos de resíduo sólido de sisal reduziram o número de ovos por grama de raízes do tomateiro e o número de galhas por grama de raízes;
3. O extrato aquoso comparado ao extrato hidroalcoólico de resíduo sólido de sisal apresentou melhores resultados sobre a biologia do *M. javanica* mostrando-se um bioextrato promissor no controle desse fitopatógeno.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTIERI, M. A. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. 5.ed. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

ANGELO, A. C.; DALMOLIN, A. Interações Herbívoro-Planta e suas Implicações para o Controle Biológico: que tipos de inimigos naturais procurar? In: Pedrosa-

Macedo JH, DalMolin A e Smith CW, orgs. **O Araçazeiro: Ecologia e Controle Biológico**. Curitiba, FUPEF, 71-91, 2007

ARAUJO, F. F.; MARCHESI, G. V. P. Uso de *Bacillus subtilis* no controle da meloidoginose e na promoção do crescimento do tomateiro. **Ciência Rural**, v.39, n.5, p.1558-1561, 2009.

ASMUS, G. L. Danos causados à cultura da soja por nematóides do gênero *Meloidogyne*. In: FERRAZ, L. C. C. B.; ASMUS, G. L.; CARNEIRO, R. G.; MAZAFFERA, P.; SILVA, J. F. V. **Relações parasito-hospedeiro nas meloidoginoses da soja**. Londrina: Sociedade Brasileira de Nematologia e Embrapa Soja, p. 39-62, 2001.

BAIDA, F. C.; SANTIAGO, D. C.; TAKAHASHI, L. S. A.; ATHANÁZIO, J. C.; CADIOLI, M. C.; LEVY, R. M. Reação de linhagens de feijão-vagem ao *Meloidogyne javanica* e *M. paranaensis* em casa-de-vegetação. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 33, n. 2, p. 237-241, 2011.

BARRETO, A. F.; ARAÚJO, E.; BONIFÁCIO, B. F. Eficiência de extratos de *Agave sisalana* (Perrine) sobre o ácaro rajado *Tetranychus urticae* (Koch) e ocorrência de fitotoxidez em plantas de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. r *latifolium* Hutch). **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 5, p. 207-215, 2010.

BETTIOL, W.; MORANDI, M. A. B. **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas**. Jaguariúna: Embrapa- CNPMA, 2009. 341p.

CHABOUSSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos: a teoria da trofobiose**. Tradução de GUAZELLI, M. J. Porto Alegre: L&PM, 1987. 256p.

CHAVES, P. P. N.; SANTOS, G. R.; SILVEIRA, M. A.; GOMES, L. A. A.; MOMENTÉ, V. G.; NASCIMENTO, I. R. Reaction of genotypes of the sweet potato to nematode galls in high temperature conditions. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 6, 2013.

CHITWOOD, D. J. Phytochemical based strategies for nematode control. **Annual Review of Phytopathology**, v.40, n. p. 221–249, 2002.

COOLEN, W. A.; D'HERE, C. J. A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue. **Ghent: State Agricultural Research Center**, 1972. 77p.

COSTA, M. J. N.; CAMPOS, V. P.; PFENNING, L. H.; OLIVEIRA, D. F. Patogenicidade e reprodução de *Meloidogyne incognita* em tomateiro (*Lycopersicon esculentum*) com aplicação de filtrados fúngicos ou extratos de plantas e de esterco. **Nematologia Brasileira**, v. 26, n.1, p. 5-12. 2002.

COUTINHO, W. M.; SUASSUNA, N. D.; LUZ, C. M.; SUINAGA, F. A; SILVA, O. R. R. F. Bole rot of sisal caused by *Aspergillus niger* in Brazil. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, n. 6, p. 605-605, 2006.

DAMASCENO, J. C. A. **Actinobactérias na promoção de crescimento e controle de *Meloidogyne javanica* em mudas de tomateiro**. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias), Universidade Federal do Recôncavo da Bahia: Bahia, 2011. 95p.

DOMINGUES, L. F.; BOTURA, M. B.; CRUZ, A. C. F. G.; YUKI, C. C.; SILVA, G. D.; COSTA, M. S.; MURPHY, G.; MOREIRA, E. L. T.; MENESES, Í. D. S.; ALMEIDA, M. G. Á. R.; BRANCO, A.; ALMEIDA, M. A. O.; BATATINHA, M. J. M. Evaluation of anthelmintic activity of liquid waste of *Agave sisalana* (sisal) in goats. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 19, n. 4, p. 270-272, 2010.

GIORDANO, L. B.; BOITEUX, L. S.; QUEZADO-DUVAL, A. M.; FONSECA, M. E. N.; RESENDE, F. V.; REIS, A.; GONZÁLEZ, M.; NASCIMENTO, W. M.; MENDONÇA, J. L. 'BRS Tospodoro': a high lycopene processing tomato cultivar adapted to organic cropping systems and with multiple resistance to pathogens. **Horticultura Brasileira**. v. 28, n. 2, p. 241-245, 2010.

GIORDANO, L. B.; RIBEIRO, C. S. C. Origem. Botânica e Composição Química do fruto. In: Tomate para processamento industrial. Brasília: Embrapa/ Comunicação para Transferência de Tecnologia/ (Embrapa Hortaliças). P.12-17. 2000.

HEIMERDINGER, A.; OLIVO, J. CLAIR; MOLENTO, M. B.; AGNOLIN, C. A.; ZIECH, M. F.; SCARAVELLI, L. F. B; SKONIESKI, F. R.; BOTH, J. F.; CHARÃO, P. S. Extrato alcoólico de capim-cidreira (*Cymbopogon citratus*) no controle do *Boophilus microplus* em bovinos. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 15, n. 1, p. 37-39, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento sistemático da produção agrícola**: Pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil – LSPA. 2013.

KOWALTSCHUK, I.; DALLEMOLE-GIARETTA, R.; FARIA, C. M. D. R.; NEVES, W. S.; CAVALLIN, I. C.; LEITE, C. D. Avaliação de produtos medicinais à base de plantas anti-helmínticas no controle do nematóide das galhas. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 5, n. 1, 2011.

LAMSAIF, S. D.; CARMO S. M.; LEMOS, S. V. Agroecologia: aspectos comparativos Brasil-França. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 9, n. 7, 2014.

LIMA, S. S.; AQUINO, A. M.; LEITE, L. F. C.; VELÁSQUEZ, E.; LAVELLE, P. Relação entre macrofauna edáfica e atributos químicos do solo em diferentes agroecossistemas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 3, p. 322-331, 2010.

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

LOPES, E. A.; FERRAZ, S.; FREITAS, L. G.; FERREIRA, P. A.; AMORA, D. X. Efeito da incorporação da parte aérea seca de mucuna preta e de tomateiro ao solo sobre *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*. **Nematologia Brasileira**, v.29, n.1, p.101-104, 2005b.

MARTINS, C. R.; LOPES, W. A.; ANDRADE, J. B. D. Organic compound solubility. **Química Nova**, v. 36, n. 8, p. 1248-1255, 2013.

MARTIN, A. R.; MARTINS, M. A.; MATTOSO, L. H.; SILVA, O. R. Chemical and structural characterization of sisal fibers from Agave sisalana variety. **Polímeros**, v. 19, n. 1, p. 40-46, 2009.

MAZZAFERA, P. Efeito alelopático do extrato alcoólico do cravo-da-índia e eugenol. **Revista Brasileira Botânica**, v. 26, n. 2, p. 231-238, 2003.

MELO, P. C. T.; MELO, A. M. T.; TRANI, P. E. Tomate. In: AGUIAR, A. T. E.; GONÇALVES, C.; PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; TUCCI, M. L. S.; CASTRO, C. E. F. (Ed.) **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas**. 7. ed.- Campinas: Instituto Agrônômico, 2014. 452 p. (Boletim)

MOENS, M.; PERRY, R. N.; STARR, J. L. Meloidogyne species—a diverse group of novel and important plant parasites. **Root-knot nematodes**, v. 1, p. 483, 2009.

MORAIS, M. S.; ARAÚJO, E; ARAÚJO, A. C.; BELÉM, L. F. Eficiência dos extratos de alho e agave no controle de *Fusarium oxysporum* S. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 5, n. 2, p. 89-98, 2010.

PENTEADO, S. R. **Introdução à agricultura orgânica**: normas e técnicas de cultivo. Campinas: Grafimagem, 2000. 110 p.

PIZARRO, A. P. B.; OLIVEIRA FILHO, A. M.; PARENTE, J. P.; MELO, M. T.V.; SANTOS, C. E.; LIMA, P. R. O aproveitamento do resíduo da indústria do sisal no

controle de larvas de mosquitos. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 32, n. 1, p. 23-29, 1999.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. NBL Editora, 2002.

RABELLO, L. K. C. **Quantificação de danos e perdas causados por *Meloidogyne javanica* em alface (*Lactuca sativa* L.)**. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Universidade Federal do Espírito Santo: Espírito Santo, 2010. 53p.

RICH, J. R.; BRITO, J. A.; KAUR, R.; FERRELL, J. A. Weed species as hosts of *Meloidogyne*: a review. **Nematropica**, v. 39, n. 2, p. 157-185, 2009.

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**, v. 43, n. 1, p. 49-55, 2013.

SILVA, N. L. A.; MIRANDA, F. A. A.; CONCEIÇÃO, G. M. Triagem fitoquímica de plantas de Cerrado, da área de proteção ambiental municipal do Inhamum, Caxias, Maranhão. **Scientia Plena**, v. 6, n. 2, 2010.

SILVA, V. P.; CÂNDIDO, G. A. Sustentabilidade de agroecossistemas de mandioca: primeiro ciclo de avaliação em Bom Jesus-RN. **GEOUSP: Espaço e Tempo**, v. 18, n. 2, 2014.

SOUZA, C. A.; JUNIOR, M. A. L.; FERREIRA, R. L. C. Avaliação de testes estatísticos de comparações múltiplas de médias. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, n. 3, p. 350-354, 2012.

SOUZA, L. S. S. **Extratos aquosos de alho (*Allium sativum* L.) e sisal (*Agave sisalana* Perrine) no controle de *Aspergillus niger* e da podridão vermelha**

**do sisal.** Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias), Universidade Federal do Recôncavo da Bahia: Bahia, 2010. 91p.

WESEMAEL, W. M. L.; VIAENE, N.; MOENS, M. Root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) in Europe. **Nematology**, v. 13, n. 1, p. 3-16, 2011.

ZULLO, M. A. T.; AZZINI, A.; SALGADO, A. L. B.; CIARAMELLO, D. Sapogeninas esteroídicas em sisal. **Bragantia**. v. 48, n.1, p. 21-25, 1999.

## CAPÍTULO 2

### EXTRATO AQUOSO DE RESÍDUO SÓLIDO DE SISAL NO MANEJO DE *M. javanica*<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Artigo a ser ajustado e submetido ao Comitê Editorial da Revista de Agroecologia.

## **EXTRATO AQUOSO DE RESÍDUO SÓLIDO DE SISAL NO MANEJO DE *M. javanica***

**RESUMO:** O objetivo neste trabalho foi avaliar a concentração de extrato aquoso de resíduo sólido de sisal no manejo de *M. javanica* em mudas de tomateiro. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente ao acaso com cinco tratamentos e doze repetições. Mudas de tomateiro Santa Clara foram transplantadas para sacos de muda contendo 2 litros de solo e, após sete dias, cada planta foi inoculada com 1.000 juvenis de segundo estágio (J2) de *M. javanica*. No dia posterior a inoculação, foram aplicados no solo 50 mL de extrato aquoso de resíduo sólido de sisal em cinco concentrações (10%, 15%, 25%, 50% e 75%). Quarenta dias após a inoculação com juvenis de segundo estágio (J2) de *M. javanica*, as plantas de tomateiro foram avaliadas quanto a altura, diâmetro do caule à altura dos cotilédones, massa fresca da parte aérea e das raízes, massa seca da parte aérea e das raízes, número de galhas e de massa de ovos por grama de raiz. Os cinco tratamentos apresentaram efeito significativo a 5% de probabilidade pela análise de regressão para as variáveis altura, número de galhas e de massa de ovos por grama de raiz. Contudo, recomenda-se a concentração de 75% no manejo de *M. javanica* em mudas de tomateiro por terem proporcionado maior controle do fitopatógeno.

**PALAVRAS CHAVE:** *Agave sisalana*, extrato botânico, nematicida, princípio ativo.

## **AQUEOUS EXTRACT FROM SISAL'S SOLID WASTE IN MANAGEMENT OF *M. javanica***

**ABSTRACT:** The objective of this study was to evaluate the concentration of sisal solid waste aqueous extract in the management of *M. javanica* in tomato seedlings. The experiment was conducted in a completely randomized design with five treatments and twelve repetitions. Santa Clara tomato seedlings were transplanted to seedling bags containing 2 liters of soil and, after seven days, each plant was inoculated with 1,000 second stage juveniles (J2 ) of *M. javanica*. In the post inoculation day, 50 mL of aqueous extract of solid sisal residue was applied on soil in five concentrations (10%, 15%, 25%, 50% and 75%). Forty days after inoculation with second stage juveniles (J2) of *M. javanica*, the tomato plants were evaluated for height, stem diameter at the base of the cotyledons, fresh weight of shoots and roots, dry weight of shoot and roots, number of branches and egg mass per gram of root. The five treatments showed significant effects at 5% probability by regression analysis for variables height, number of branches and egg mass per gram of root. However, it is recommended the use of 75% concentration in the management of *M. javanica* in tomato seedlings because it provided greater control of the pathogen.

**KEYWORDS:** *Agave sisalana*, botanical extract, nematicide, active ingredient

## INTRODUÇÃO

O sisal (*Agave sisalana* Perrine ex Engelm) (Asparagales: Agavaceae), planta originária do México, apresenta folhas carnosas e dispostas em rosetas, largamente utilizada na produção de fibras duras (ADE-AJAYI et al., 2011; NETO & MARTINS, 2012). Segundo Martin et al., (2009), a fibra, da *A. sisalana*, apresenta em média 81,0% de celulose, 9,3% de lignina, 8,6% de hemicelulose e 1,1 % de cinzas na sua composição química.

O sisal (*A. sisalana*) foi introduzido no Brasil, no município de Santaluz, Estado da Bahia, por volta de 1910 e passou a ser comercializado no final da década de 30 (ANDRADE et al., 2012). Adaptada as condições edafoclimáticas do semiárido Nordestino, ambientes xéricos (NETO & MARTINS, 2012), tornou-se o principal produto agroindustrial desta região (ANDRADE et al., 2012; CONAB, 2013). Destaca-se pela importância socioeconômica brasileira, pois, é fonte de emprego e renda para agricultores familiares na região sisaleira (CONAB, 2013).

O Brasil ocupa a primeira posição mundial de maior produtor e exportador da fibra, principal produto do sisal (MARTIN, et al., 2009). Em 2011 a produção brasileira, de sisal, foi de 111,2 mil toneladas. Contudo, em 2012, estimou-se produção de 55 mil toneladas. Deste total 95% cultivado na Bahia, 3,6% na Paraíba, 0,5% no Ceará e 0,4% no Rio Grande do Norte (CONAB, 2013).

Segundo Andrade et al., (2012), no processo de beneficiamento da folha de sisal (*A. sisalana*) se obtêm 16% de resíduos sólidos e 80% de resíduos líquidos, sendo 4% o principal produto, a fibra. Por outro lado, os subprodutos suco,

mucilagem e bucha, oriundos do desfibramento do sisal (*A. sisalana*), possui pouco ou nenhum aproveitamento (CONAB, 2013).

A mucilagem, rica em saponinas (ecogenina), alcalóides, esteróides, (ZULLO et al., 1999), cumarinas, taninos (BARRETO et al., 2010) e flavonóides (ADE-AJAYI et al., 2011), compostos produzidos pelo sisal (*A. sisalana*) via metabolismo secundário, pode ser utilizada como complemento alimentar para rebanhos bovinos e caprinos (ANDRADE et al., 2012), como bio-inseticida, e no manejo de fitonematóides (DAMASCENO, 2011).

Os extratos botânicos apresentam como princípio ativo substâncias químicas provenientes do metabolismo secundário das plantas, que são produzidas pelas mesmas como um mecanismo de defesa contra os herbívoros, ataque de patógenos, competição entre plantas e atração de organismos benéficos (ANGELO & DALMOLIN, 2007).

Princípio ativo são substâncias químicas presentes na composição de plantas que exerce efeito farmacológico nos sistemas biológicos, tendo ação no organismo. Muitas dessas substâncias apresentam propriedades nematicidas; isto é, uma atividade tóxica contra os nematóides ou ovicida, sendo, por isso, também denominados de nematicidas botânicos (COSTA et al., 2002; CHITWOOD, 2002; LOPES et al., 2005a, LOPES et al., 2005b).

Os esforços globais para reduzir o uso indiscriminado de nematicidas sintéticos altamente tóxicos no ambiente agrícola justificam mais estudos com metabólitos secundários vegetais. Uma vez que adotar o modelo de agricultura sustentável, requer o uso de tecnologias de manejo ecologicamente sintonizadas que contribua na ciclagem de energia dentro do sistema agrícola. Neste contexto, a produção agrícola e a pesquisa não visam a altos rendimentos, e sim a otimização do sistema como um todo, proporcionando aos atores sociais envolvidos, uma mudança de mentalidade, levando em consideração a estabilidade e a sustentabilidade ecológica (ALTIERI, 2009).

A literatura comprova o efeito inseticida dos metabólitos presentes na planta de sisal sobre larvas do mosquito *Culex quinquefasciatus* (PIZARRO et al., 1999). Apresenta também ação microbiana sobre *Aspergillus niger*, agente causal da podridão vermelha no sisal (SOUZA, 2010), *Fusarium oxysporum*, agente

etiológico da murcha-de-fusário no feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) (MORAIS et al., 2010).

Damasceno (2011), retrata que metabólitos produzidos pelos isolados de actinobactérias, provenientes de resíduo seco de sisal, controlaram o nematóide *M. javanica* em mudas de tomateiro. Em trabalhos semelhantes Otero et al., (2014), observaram também que bactéria isolada de resíduo de sisal, identificada como M46, inibiu 95,4% o crescimento *in vitro* do patógeno *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary em cultivos de *Solanaceae*.

Esses estudos apresentaram resultados relevantes e indicam que a utilização do resíduo do sisal no manejo de *M. javanica* é uma alternativa viável para o manejo sustentável do patógeno e destino adequado do resíduo do sisal.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a melhor concentração do extrato aquoso de resíduo sólido de sisal, que foi identificado no capítulo 1 como um bioextrato promissor no manejo de *M. javanica* em tomateiro.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Caracterização do local do experimento**

O experimento foi conduzido no Laboratório de Microbiologia Agrícola e em casa de vegetação, no Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas (CCAAB), da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), no município de Cruz das Almas – BA, a 226 m de altitude (12° 40' 39''S; 39° 06' 23''W).

### **Obtenção do resíduo de sisal**

O resíduo sólido de sisal foi obtido em propriedades rurais no semiárido Nordeste, região sisaleira da Bahia. Sendo acondicionado em ambiente ventilado e exposto ao sol para pré-secagem. Posteriormente, foi transferido para uma estufa a temperatura de 60°C, onde permaneceu por dois dias, até sua completa secagem. O resíduo sólido de sisal foi passado em peneira de trama larga para retirada da bucha e pedaços de fibra remanescentes e em seguida foi triturado em micromoinho tipo Wiley, para obtenção de um pó.

### **Obtenção do extrato aquoso de resíduo sólido de sisal**

Foram adicionados 1000 mL de água destilada fervente sobre 200 gr do resíduo sólido de sisal, sendo esta mistura reservada em recipiente de vidro âmbar fechado até se encontrar em temperatura ambiente (infusão). Para proceder a filtração do chá, usou-se peneira plástica de 12 micra.

### **Obtenção do inóculo de *Meloidogyne javanica***

Tomateiros cv. 'Santa Cruz Kada' infectados com *M. javanica* foram cultivados em casa de vegetação da UFRB. As raízes dos tomateiros foram retiradas do solo e lavadas em água corrente. Em seguida, as raízes foram amassadas suavemente com as mãos em solução de hipoclorito de sódio a 0,5%. Passou-se a suspensão em um conjunto de peneiras, composta por peneira de 500 mesh acoplada em peneira de 60 mesh. O material acondicionado na peneira de 500 mesh foi transferido para tubos de 12 mL, centrifugado em água destilada estéril, seguido da centrifugação em solução de sacarose a 5%, em centrífuga por 3 minutos a 3000 rpm cada ciclo, segundo a técnica de Coolen & D'Here (1972). Posteriormente, colocou-se o material em câmara de eclosão montada em bandeja plástica com peneira de 12 micra forrada com papel toalha poroso. A câmara de eclosão foi coberta com jornal, sendo este amarrado com barbante e acondicionado em BOD a temperatura de 28 °C por cinco dias.

Confirmou-se a eclosão dos juvenis de segundo estágio (J2) de *M. javanica* por meio de observações em microscópio óptico. Em seguida, procedeu-se a contagem dos juvenis de segundo estágio. Pipetou-se 1 mL da suspensão na lâmina para contagem de nematóides com posterior observação em microscópio óptico. O ajuste da suspensão de inóculo foi realizado adicionando água destilada até obter uma média de 500 nematóides/mL.

### **Tratamentos e delineamento experimental**

Instalou-se o experimento em delineamento inteiramente ao acaso com cinco tratamentos e doze repetições objetivando selecionar a melhor concentração de extrato aquoso de resíduo sólido de sisal. Cada unidade experimental foi composta de uma planta de tomateiro em saco plástico contendo 1L de substrato.

Sementes de tomateiro cv. Santa Clara, susceptível ao nematóide da espécie *M. javanica* (CHAVES et al., 2013), foram colocadas para germinar em bandejas plásticas contendo areia lavada estéril. Quinze dias após a emergência, as mudas de tomateiros foram transplantadas para sacos plásticos contendo 1L de substrato composto por solo e areia lavada estéreis na proporção 2:1 (v:v), sendo irrigadas diariamente. O solo foi coletado no campo experimental da UFRB, da camada de 0-20 cm de um latossolo amarelo de textura argilosa Tabela 1 (Anexo).

Sete dias após o transplântio, cada muda de tomateiro foi inoculada com 1.000 juvenis de segundo estágio (J2) de *M. javanica*. No dia seguinte à inoculação, foi adicionado ao solo dose única de 50 mL dos tratamentos em cada unidade experimental.

T1: plantas inoculadas com nematóides e tratadas com extrato aquoso de resíduo sólido de sisal a 10%;

T2: plantas inoculadas com nematóides e tratadas com extrato aquoso de resíduo sólido de sisal a 15%;

T3: plantas inoculadas com nematóides e tratadas com extrato aquoso de resíduo sólido de sisal a 25%;

T4: plantas inoculadas com nematóides e tratadas com extrato aquoso de resíduo sólido de sisal a 50%;

T5: plantas inoculadas com nematóides e tratadas com extrato aquoso de resíduo sólido de sisal a 75%.

Para obter as diluições dos extratos, foi adicionada água destilada. Após a aplicação dos tratamentos, todas as plantas de tomateiro foram mantidas na casa de vegetação e irrigadas com água uma vez por dia durante 40 dias.

Quarenta dias após a inoculação com juvenis de segundo estágio (J2) de *M. javanica*, as plantas de tomateiro foram avaliadas quanto a altura com uma régua milimetrada, diâmetro do caule à altura dos cotilédones com paquímetro, massa fresca da parte aérea e das raízes, número de galhas e de massa de ovos por grama de raiz. Posteriormente, a parte aérea e as raízes das plantas foram secas em estufa com ventilação forçada a 65°C, até atingir massa constante, quando se determinou a massa seca dessas partes vegetais.

Para visualização das massas de ovos de nematóides, preparou-se solução corante com 30g de preparo sólido para refresco sabor de morango marca Maratá, em um béquer contendo 500 mL. As raízes foram imersas nessa solução por 20 minutos, seguida por lavagem em água destilada e, posteriormente, foram transferidas para água destilada por 10 minutos.

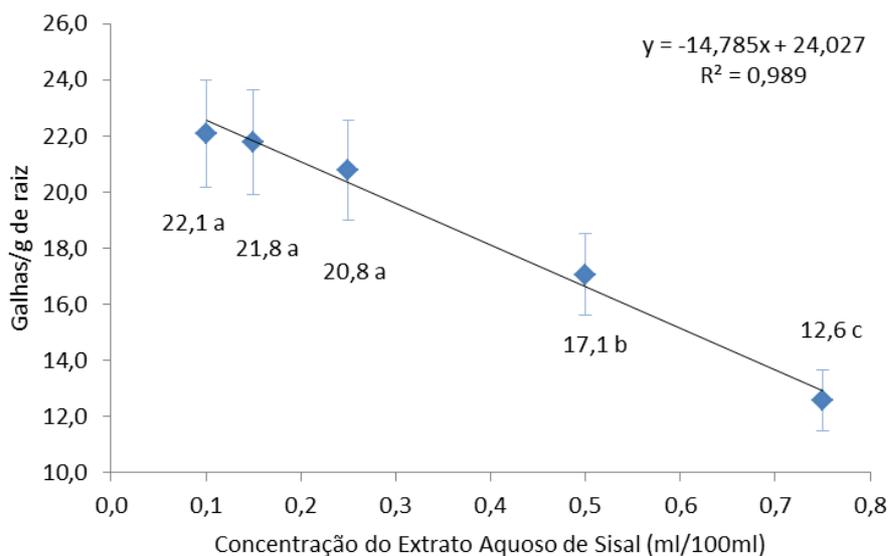
Em seguida realizou-se a contagem do número de galhas e massa de ovos nas raízes. Sendo a massa de ovos colorida pelo refresco de morango.

### **Análise estatística**

Os dados dos tratamentos de extrato aquoso de resíduo sólido de sisal foram submetidos à análise de regressão para identificar a concentração ideal para uso em manejo de nematóides. Foram submetidos a análise estatística as variáveis altura, diâmetro do caule, massa fresca da parte aérea e das raízes, massa seca da parte aérea e das raízes, número de galhas e de massa de ovos por grama de raiz.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

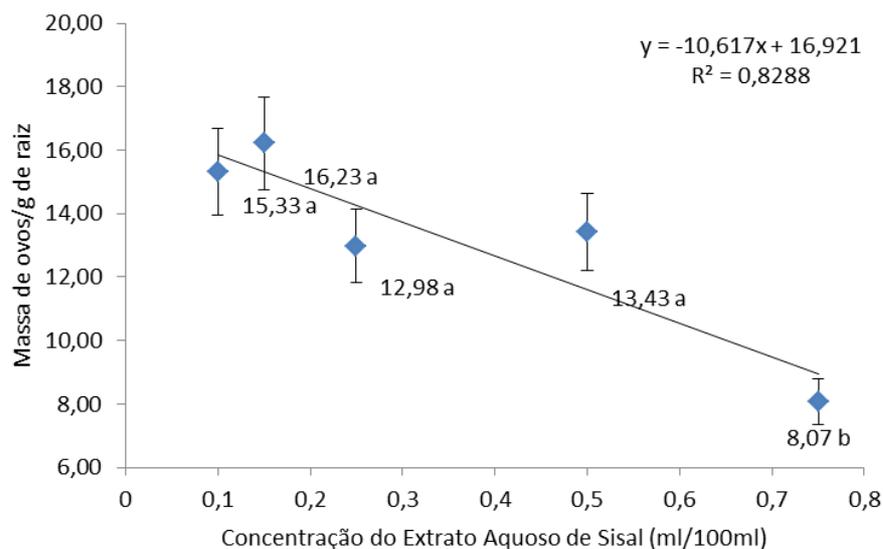
Observa-se na análise de regressão, efeito significativo das diferentes concentrações de extrato aquoso de resíduo sólido de sisal no número de galhas de *M. javanica* nas raízes do tomateiro (Figura 1). As concentrações de 10% (0,1 ml/ 100 ml), 15% (0,15 ml/ 100 ml) e 25% (0,25 ml/ 100 ml) não diferiram entre si. Contudo, verifica-se que foram diferentes concentrações de 50% (0,5 ml/ 100 ml) e 75% (0,75 ml/ 100 ml) de extrato aquoso de resíduo sólido de sisal, com os melhores resultados de controle obtidos com o extrato aquoso a 75% (Figura 1). O modelo linear ajustado mostra que quanto maior a concentração do extrato, menor o número de galhas de *M. javanica* nas raízes do tomateiro.



**Figura 1.** Número de galhas de *M. javanica*/g de raiz de tomateiro, após tratamento com diferentes concentrações de extrato aquoso de resíduo sólido de sisal. Médias seguidas de letras minúsculas iguais, não diferem entre si pelo teste de médias múltiplas à 5% de probabilidade.

Considerando que as galhas nas raízes são as estruturas desenvolvidas pelo vegetal, na região que o nematóide se alimenta (COYNE et al., 2007), os resultados deste estudo reforçam a hipótese de que o manejo de *M. javanica* é possível com o uso de extrato aquoso de resíduo sólido de sisal, com redução dos danos causados pelo nematóide na planta.

Identifica-se efeito significativo das diferentes concentrações de extrato aquoso de resíduo sólido de sisal no número de massa de ovos de *M. javanica* mediante a análise de regressão (Figura 2). As concentrações 10% (0,1 ml/ 100 ml), 15% (0,15 ml/ 100 ml), 25% (0,25 ml/ 100 ml) e (0,5 ml/ 100 ml) não diferiram entre si. Contudo, houve diferença na concentração à 75% (0,75 ml/ 100 ml) de extrato aquoso de resíduo sólido de sisal, indicando seu potencial ovicida em nematóides (Figura 2). Ocorreu redução no número de massa de ovos, indicando quebra no ciclo do fitonematóide, ou seja, nessa concentração pode-se obter uma forma de controle da população de fitonematóides e fonte de inóculo. O modelo linear ajustado mostra que quanto maior a concentração do extrato, menor o número de massas de ovos de *M. javanica* nas raízes do tomateiro.



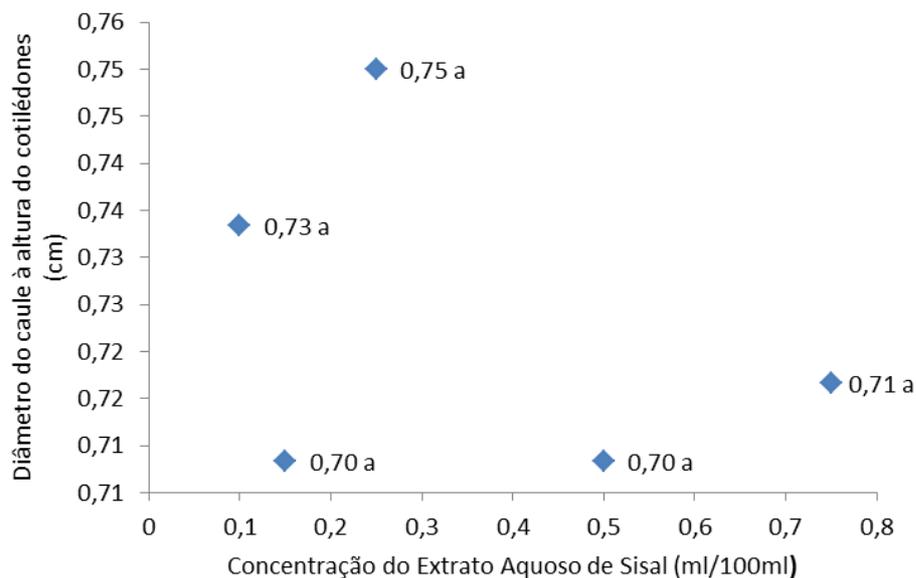
**Figura 2.** Número de massas de ovos de *M. javanica*.g de raiz de tomateiro, após tratamento com diferentes concentrações de extrato aquoso de resíduo sólido de sisal. Médias seguidas de letras minúsculas iguais, não diferem entre si pelo teste de médias múltiplas à 5% de probabilidade.

Em estudos semelhantes, Franzener et al., (2007) observaram que aplicações semanais de extrato aquoso de flor puro de *Tagetes patula* L., tanto no solo como na parte aérea, apresentou reduções no número de galhas e na massa de ovos de *M. incognita* de 52,8% e 62,2%, respectivamente. Contudo, o presente trabalho, apresentou mais eficiência no controle de população de *Meloidogyne*, pois utilizou uma única aplicação de extrato de resíduo sólido de sisal, reduzindo 59,7% de massa de ovos e 55,4% no número de galhas de *M. javanica* em tomateiro.

Coutinho et al., (2009), mostraram que a incorporação de farinha de sementes de mamão (*Carica papaya* L.), nas dosagens de 0,0625, 0,125, 0,25, 0,5, 1, 2, 4 e 8 g, em substrato protegido e não protegido com plástico, reduziram a população de *M. javanica* em tomateiros e incrementaram a massa da parte aérea e massa do sistema radicular. Contudo, recomenda-se a dosagem mínima de 4 g de farinha de sementes de mamão (*C. papaya*)/ kg de substrato descoberto.

Observa-se na análise de regressão, efeito não significativo das diferentes concentrações de extrato aquoso de resíduo sólido de sisal na variável diâmetro

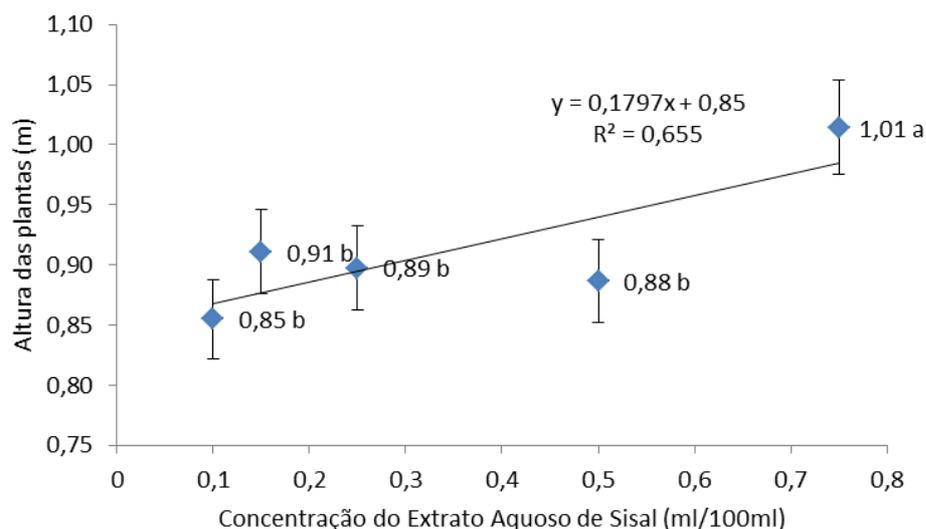
do caule (Figura 3), ou seja, as doses não influenciaram negativamente no desenvolvimento do tomateiro, não sendo ajustado a nenhuma equação de regressão.



**Figura 3.** Diâmetro (cm) do caule de plantas de tomateiro após tratamento com diferentes concentrações de extrato aquoso de resíduo sólido de sisal. Médias seguidas de letras minúsculas iguais, não diferem entre si pelo teste de médias múltiplas à 5% de probabilidade.

Almeida et al., (2012), constataram que aplicações de extrato de folhas de urtiga (*Fleurya aestuans* L.), nim (*Azadirachta indica* A. Juss), mamona (*Ricinus communis* L.) e mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) preparados por cocção, infusão ou pó, não incrementaram o diâmetro do caule de tomateiros infestados com *M. javanica*.

Verifica-se efeito das diferentes concentrações de extrato aquoso de resíduo sólido de sisal na variável altura do tomateiro mediante análise de regressão (Figura 4), notando-se aumento da altura na medida em que se aumentou a dose de resíduo, ocorrendo o máximo da altura na dose máxima. O modelo linear que melhor se ajustou aos dados mostra que quanto maior a concentração do extrato, maior a altura das plantas de tomateiro, indicando um possível efeito nutricional ou uma resposta biológica da planta em função da redução das galhas de nematóides.



**Figura 4.** Altura de tomateiro após tratamento com diferentes concentrações de extrato aquoso de resíduo sólido de sisal. Médias seguidas de letras minúsculas iguais, não diferem entre si pelo teste de médias múltiplas à 5% de probabilidade.

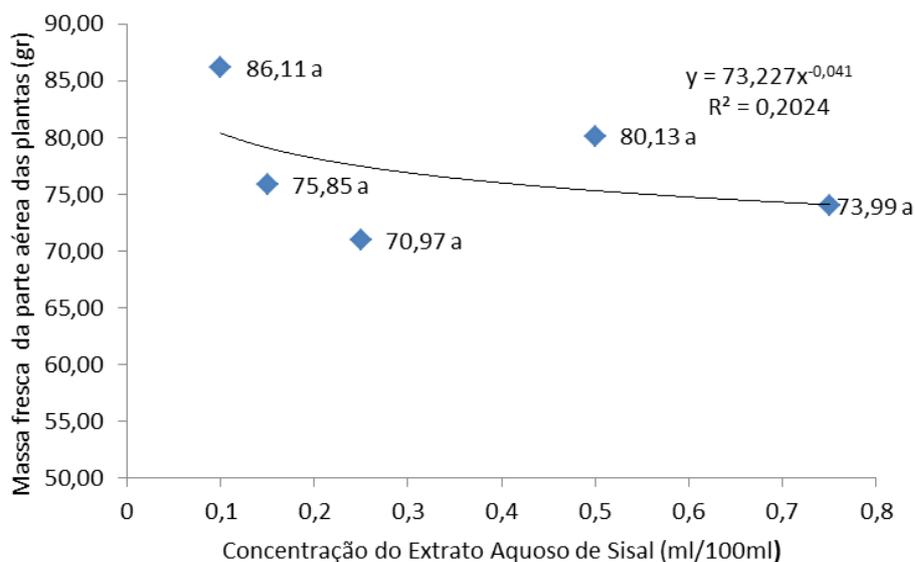
Observou-se que concentrações com 10% (0,1 ml/ 100 ml), 15% (0,15 ml/ 100 ml), 25% (0,25 ml/ 100 ml) e (0,5 ml/ 100 ml) não diferiram entre si. Contudo, houve diferença significativa, com incremento na altura das plantas tratadas com 75% (0,75 ml/ 100 ml) de extrato aquoso de resíduo sólido de sisal. Tomateiros infestados com *M. javanica* e tratados com farinha de sementes de mamão (*C. papaya*), nas dosagens de 0,0625, 0,125, 0,25, 0,5, 1, 2, 4 e 8 g, não apresentaram incremento na variável altura (COUTINHO et al., 2009).

Belan et al., (2011), não constataram altura desigual em alguns cultivares de tomateiro infestados com populações iniciais crescentes de *M. javanica*. Contudo, observa-se, no presente trabalho, que o *M. javanica* influenciou a altura de tomateiro, obtendo a melhor altura no tratamento com extrato aquoso na concentração de 75%. Tal resultado pode estar vinculado à redução de 59,7% de número de massa de ovos de *M. javanica* presente nas raízes de tomateiro em relação aos demais tratamentos.

A ação nematicida de resíduos orgânicos empregados no manejo de fitonematóides também pode estar relacionada a liberação de nutrientes ou compostos provenientes da decomposição do resíduo. Farinha de sementes de

abóbora (*Cucurbita moschata*) submetida a análise química apresentou grande quantidade de nitrogênio orgânico, 61,9 g/kg (DALLEMOLE-GIARETTA et al., 2010). Dallemole-Giaretta et al., (2010) constataram que farinha de sementes de abóbora (*C. moschata*) reduziram o número de galhas e massa de ovos de *M. javanica* em tomateiro. O sisal (*A. sisalana*) também apresenta elevadas concentrações de nitrogênio em sua composição química, tóxico a fitonematóides.

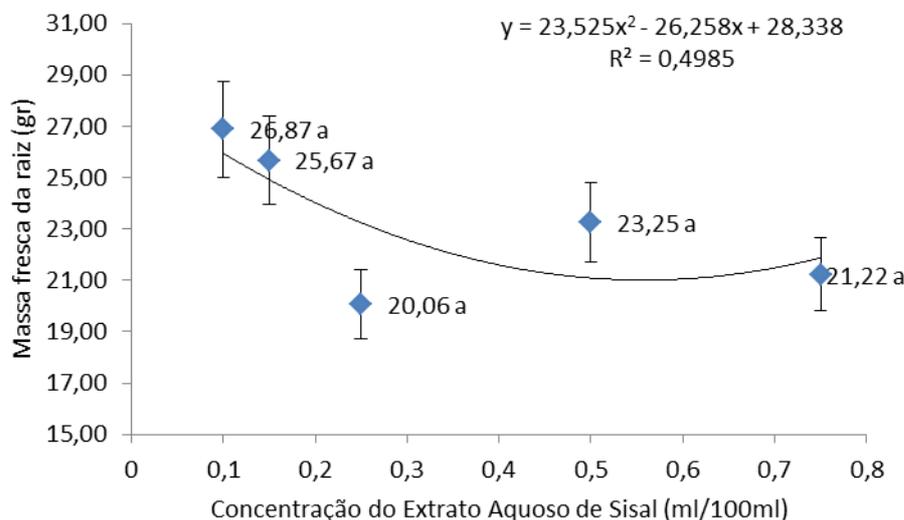
Não observa-se efeito significativo das diferentes concentrações de extrato aquoso de resíduo sólido de sisal para a variável massa fresca da parte aérea de tomateiro mediante análise de regressão (Figura 5), indicando que essa variável resposta independe da concentração do extrato aplicado. Já o modelo logarítmico que melhor se ajustou aos dados, mostra que as concentrações de extrato aquoso de resíduo sólido de sisal é inversamente proporcional a massa fresca da parte aérea de tomateiro; isto é, a medida que aumenta a concentração de extrato diminui a massa fresca da parte aérea das plantas.



**Figura 5.** Massa fresca da parte aérea de tomateiro, após tratamento com diferentes concentrações de extrato aquoso de resíduo sólido de sisal. Médias seguidas de letras minúsculas iguais, não diferem entre si pelo teste de médias múltiplas à 5% de probabilidade.

Não foi verificado efeito significativo das diferentes concentrações de extrato aquoso de resíduo sólido sisal na variável resposta massa fresca da raiz

de tomateiro (Figura 6), indicando que o extrato não influencia nessa resposta de desenvolvimento da planta.



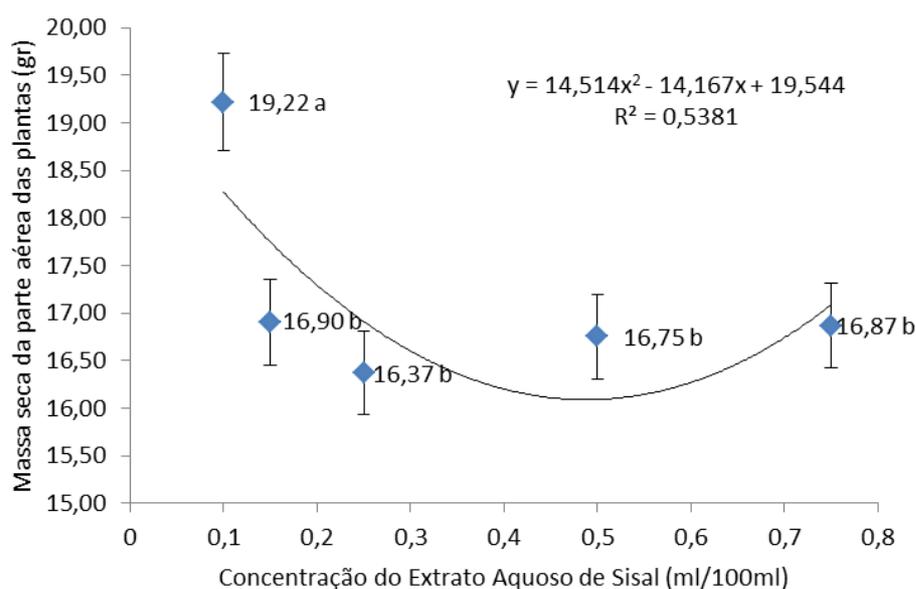
**Figura 6.** Massa fresca da raiz de tomateiro, após tratamento com diferentes concentrações de extrato aquoso de resíduo sólido de sisal. Médias seguidas de letras minúsculas iguais, não diferem entre si pelo teste de médias múltiplas à 5% de probabilidade.

Plantas que possuem o sistema radicular infestados com fitonematóides, apresentam redução da área foliar (BELAN et al, 2011), conseqüentemente, interfere na fotossíntese e respiração. Vegetais que apresentam deficiências no sistema fotossintético produzem frutos de baixa qualidade e aspectos indesejáveis. Já os distúrbios no processo da respiração influenciam as reservas de carboidratos.

Além dos fitopatógenos os nematicidas químicos também influenciam no metabolismo primário das plantas, sendo os nematicidas obtidos de extratos botânicos viáveis no manejo de fitonematóides e conservação do meio ambiente. Mateus et al., (2014), observaram que extrato aquoso de gervão (*Verbena officinalis* L.) e de mulungu (*Erythrina mulungu* Mart. ex Benth.) reduziram a multiplicação de massa de ovos e não afetou o desenvolvimento da altura, massa

fresca de parte aérea, massa fresca de raiz de plantas de tomateiros inoculadas com *M. incognita* quando comparados ao nematicida carbofurano.

Observa-se na análise de regressão que houve efeito das concentrações de extrato aquoso de resíduo sólido de sisal na produção de massa seca da parte aérea de tomateiro (Figura 7). Estes resultados indicam que o extrato pode estar relacionado com a redução da massa seca da parte aérea de tomateiro.



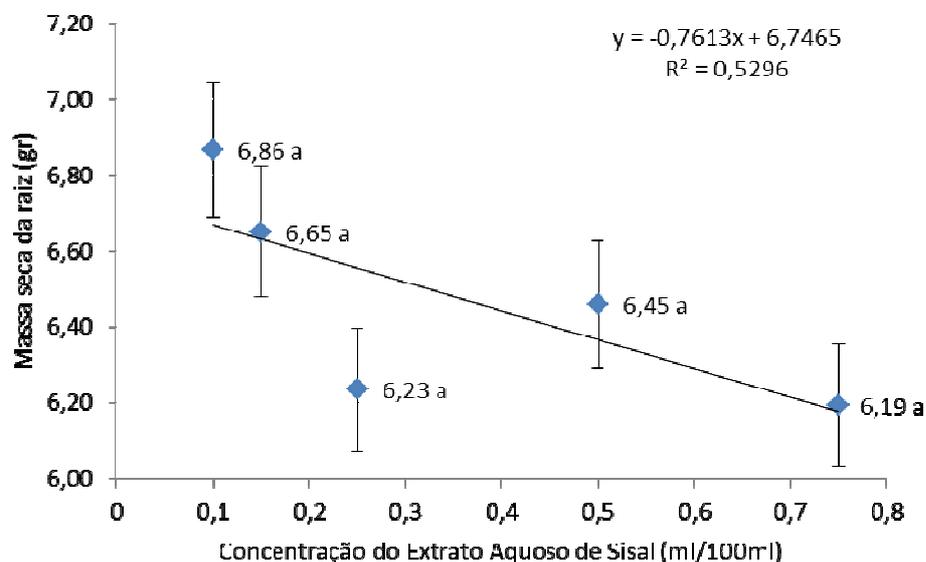
**Figura 7.** Massa seca da parte aérea de tomateiro, após tratamento com diferentes concentrações de extrato aquoso de resíduo sólido de sisal. Médias seguidas de letras minúsculas iguais, não diferem entre si pelo teste de médias múltiplas à 5% de probabilidade.

O modelo quadrático ajustado mostra que a concentração estimada de extrato aquoso de resíduo sólido de sisal no controle de *M. javanica* para a máxima produção de massa seca da parte aérea foi de 40,72% (0,4 ml/ 100 ml).

Franzener et al., (2007) observaram que aplicações semanais de extrato aquoso de folha e flor de *Tagetes patula* L. diluído 1:1 tanto no solo como na parte aérea incrementaram a massa seca da parte aérea de planta de tomateiro inoculadas com *M. incognita*.

Para a variável massa seca da raiz de tomateiro observa-se efeito não significativo na análise de regressão (figura 8) das diferentes concentrações de

extrato aquoso de resíduo sólido de sisal indicando que as concentrações não influenciam nessa variável resposta.



**Figura 8.** Massa seca da raiz de tomateiro, após tratamento com diferentes concentrações de extrato aquoso de resíduo sólido de sisal. Médias seguidas de letras minúsculas iguais, não diferem entre si pelo teste de médias múltiplas à 5% de probabilidade.

Dentre as concentrações de extrato aquoso de resíduo sólido de sisal estudado não foi observado redução no volume do sistema radicular do tomateiro. Neves et al., (2012), observaram que doses entre 3 a 10% de sementes moídas de mamão (*Carica papaya* L.) no solo, aumentaram a massa do sistema radicular e altura das plantas de tomateiro, quando comparadas à testemunha. Portanto, pesquisas desenvolvidas com foco no manejo alternativo da doença meloidoginose, mostram resultados satisfatórios no controle da doença e no desenvolvimento das plantas.

Busca-se nos estudos com extratos botânicos identificar plantas ricas em substâncias químicas e bioatividade no controle de fitoparasitas. Outro ponto fundamental na elaboração de extratos esta relacionado à viabilidade técnica e econômica. Contudo, a metodologia empregada na obtenção do extrato aquoso de resíduo sólido de sisal, mostrou-se viável e de baixo custo.

## CONCLUSÕES

1. A concentração de 75% de extrato aquoso de resíduo sólido de sisal apresentou melhores resultados na redução de número de galhas, massas de ovos e altura no manejo de *M. javanica* em mudas de tomateiro;
2. As concentrações de 10, 15, 25 e 50% de extrato aquoso de resíduo sólido de sisal apresentaram resultados semelhantes na redução de número de galhas, massas de ovos, diâmetro, massa fresca da parte aérea e da raiz, massa seca da parte aérea e da raiz no manejo de *M. javanica* em mudas de tomateiro.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADE-AJAYI, A. F.; HAMMUEL, C.; EZEAYANASO, C.; OGABIELA, E. E.; UDIBA, U. U.; ANYIM, B.; OLABANJI, O. Preliminary phytochemical and antimicrobial screening of *Agave sisalana* Perrine juice (waste). **Journal of Environmental Chemistry and Ecotoxicology**, v. 3, n. 7, p. 180-183, 2011.

ALMEIDA, F. A.; PETTER, F. A.; SIQUEIRA, V. C.; NETO, F. A.; ALVES, A. U.; LEITE, M. L. T. Modos de preparo de extratos vegetais sobre *Meloidogyne javanica* no tomateiro. **Nematrópica**, v. 42, n. 1, p 9-15. 2012.

ALTIERI, M. A. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. 5.ed. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

ANDRADE, R.; ORNELAS, J.; BRANDÃO, W. Situação atual do sisal na Bahia e suas novas possibilidades de utilização e aproveitamento. **Comunicação SEAGRI**, p. 14-19, 2012.

ANGELO, A. C.; DALMOLIN, A. Interações Herbívoro-Planta e suas Implicações para o Controle Biológico: que tipos de inimigos naturais procurar? In: Pedrosa-Macedo JH, DalMolin A e Smith CW, orgs. **O Araçazeiro: Ecologia e Controle Biológico**. Curitiba, FUPEF, 71-91, 2007.

BARRETO, A. F.; ARAÚJO, E.; BONIFÁCIO, B. F. Eficiência de extratos de *Agave sisalana* (Perrine) sobre o ácaro rajado *Tetranychus urticae* (Koch) e ocorrência de fitotoxidez em plantas de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. r *latifolium* Hutch). **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 5, p. 207-215, 2010.

BELAN, L. L.; ALVES, F. R.; JUNIOR, W. C. J. Redução da taxa de expansão foliar de tomateiros parasitados por *Meloidogyne javanica*. **Nucleus**, v. 8, n. 2, 2011.

BELAN, L. L.; ALVES, F. R.; COSTA, D. C.; FONSECA, S. O.; MORAES, W. B.; SOUZA, A. F.; JUNIOR, W. C. J. Efeitos de Densidades Crescentes de Inóculo de *Meloidogyne javanica* no Desenvolvimento Vegetativo de Genótipos de Tomateiro Cereja. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 5, n. 1, 2011.

CHAVES, P. P. N.; SANTOS, G. R.; SILVEIRA, M. A.; GOMES, L. A. A.; MOMENTÉ, V. G.; NASCIMENTO, I. R. Reaction of genotypes of the sweet potato to nematode galls in high temperature conditions. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 6, 2013.

CHITWOOD, D. J. Phytochemical based strategies for nematode control. **Annual Review of Phytopathology**, v.40, n. p. 221–249, 2002.

Companhia Nacional de Abastecimento. Relatório de gestão- Exercício 2012. Salvador, 2013.

COOLEN, W. A.; D'HERE, C. J. A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue. **Ghent: State Agricultural Research Center**, 1972. 77p.

COSTA, M. J. N.; CAMPOS, V. P.; PFENNING, L. H.; OLIVEIRA, D. F. Patogenicidade e reprodução de *Meloidogyne incognita* em tomateiro (*Lycopersicon esculentum*) com aplicação de filtrados fúngicos ou extratos de plantas e de esterco. **Nematologia Brasileira**, v.26, n.1, 7p. 2002.

COUTINHO, M. M.; FREITAS, L. G.; NEVES, W. S.; DALLEMOLE-GIARETTA, R.; FERRAZ, S.; LOPES, E. A.; OLIVEIRA, R. D. L. Incorporação de Farinha de Sementes de Mamão (*Carica papaya* L.) para o Controle de *Meloidogyne javanica*. **Nematologia brasileira**, v. 33, n. 2, p. 162-168, 2009.

COYNE, D. L.; NICOL, J. M.; CLAUDIUS-COLE, B. **Nematologia prática: Um guia de campo e de laboratório**. Tradução de Isabel Abrantes. Cotonou: IITA, 2007. 85p.

DALLEMOLE-GIARETTA, R.; FREITAS, L. G.; COUTINHO, M. M.; NEVES, W. S.; ZOOCA, R. J.; FERRAZ, S. Efeito da farinha de sementes de abóbora e de *Pochonia chlamydosporia* no controle de *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**, v. 34, p. 91-97, 2010.

DAMASCENO, J. C. A. **Actinobactérias na promoção de crescimento e controle de *Meloidogyne javanica* em mudas de tomateiro**. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias), Universidade Federal do Recôncavo da Bahia: Bahia, 2011. 95p.

FRANZENER, G.; MARTINEZ-FRANZENER, A. S.; STANGARLIN, J. R.; FURLANETTO, C.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. Protection of tomato plants by *Tagetes patula* aqueous extract against *Meloidogyne incognita*. **Nematologia Brasileira**, v. 31, n. 1, p. 27-37, 2007.

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

LOPES, E. A.; FERRAZ, S.; FREITAS, L. G.; FERREIRA, P. A.; AMORA, D. X. Efeito da incorporação da parte aérea seca de mucuna preta e de tomateiro ao solo sobre *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*. **Nematologia Brasileira**, v.29, n.1, p.101-104, 2005b.

MARTIN, A. R.; MARTINS, M. A.; MATTOSO, L. H.; SILVA, O. R. Chemical and structural characterization of sisal fibers from *Agave sisalana* variety. **Polímeros**, v. 19, n. 1, p. 40-46, 2009.

MATEUS, M. A. F.; FARIA, C. M. D. R.; BOTELHO, R. V.; DALLEMOLE-GIARETTA, R.; FERREIRA, S. G. M.; ZALUSKI, W. L. Aqueous extracts of medicinal plants on the control of *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White, 1919) Chitwood, 1949 control. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 3, p. 730-736, 2014.

MORAIS, M. S.; ARAÚJO, E; ARAÚJO, A. C.; BELÉM, L. F. Eficiência dos extratos de alho e agave no controle de *Fusarium oxysporum* S. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 5, n. 2, p. 89-98, 2010.

NETO, I. L. C.; MARTINS, F. M. Anatomia dos órgãos vegetativos de *Agave sisalana* Perrine ex Engelm (Agavaceae). **Revista Caatinga**, v. 25, n. 2, p. 72-78, 2012.

NEVES, W. S.; DE FREITAS, L. G.; DALLEMOLE-GIARETTA, R.; COUTINHO, M. M.; FERRAZ, S.; PARREIRA, D. F. Incorporação de Farinha de Semente de Mamão ao Solo para o Controle de *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**, v. 36, n. 1-2, p. 25-31, 2012.

OTERO, I. D.; HURTADO, A. M.; ARANGO, O.; FERNÁNDEZ, P.; MARTINEZ, F. J.; PARRA, Z. S. Bacteria isolated from sisal juice with antagonistic activity against *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. **Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial**, v. 12, n. 1, p. 28-35, 2014.

PIZARRO, A. P. B.; OLIVEIRA FILHO, A. M.; PARENTE, J. P.; MELO, M. T.V.; SANTOS, C. E.; LIMA, P. R. O aproveitamento do resíduo da indústria do sisal no controle de larvas de mosquitos. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 32, n. 1, p. 23-29, 1999.

SOUZA, L. S. S. **Extratos aquosos de alho (*Allium sativum* L.) e sisal (*Agave sisalana* Perrine) no controle de *Aspergillus niger* e da podridão vermelha do sisal.** Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias), Universidade Federal do Recôncavo da Bahia: Bahia, 2010. 91p.

ZULLO, M. A. T.; AZZINI, A.; SALGADO, A. L. B.; CIARAMELLO, D. Sapogeninas esteroídicas em sisal. **Bragantia**, v. 48, n.1, p. 21-25, 1999.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O tomateiro apresenta grande importância econômica no cenário mundial. Contudo, a ocorrência de meloidoginose, doença causada por nematóides do gênero *Meloidogyne*, é um fator limitante na produção do tomateiro.

Os fitonematóides, do gênero *Meloidogyne*, parasitam o sistema radicular, causam danos econômicos e são de difícil controle. Para reduzir a população de nematóides no solo, recomenda-se a/o: rotação de cultura com plantas más hospedeiras e não hospedeiras da espécie de nematóides; controle físico; controle biológico; plantio de cultivares tolerantes ou resistentes, e; uso de extratos botânicos (Capítulo 1 e 2). Portanto, o manejo de nematóides ocorre por meio da adoção de um conjunto de práticas agronômicas que possibilitam a redução das populações dos nematóides no solo, viabilidade técnica e econômica, e aumento da produtividade agrícola sem oferecer riscos ao meio ambiente.

Extrato aquoso de resíduo sólido de sisal é uma alternativa viável no manejo de nematóide da espécie *M. javanica* visto que não afetou as variáveis altura, diâmetro, massa fresca da parte aérea e da raiz, massa seca da parte aérea e da raiz e atuou de modo eficiente no controle do nematóide apresentando efeito ovicida. Neste contexto, esta pesquisa teve a finalidade de avaliar o efeito nematicida do resíduo sólido de sisal no manejo de *M. javanica*.

Recomenda-se realizar pesquisas para avaliar a variável produtividade do tomateiro utilizando extrato aquoso de resíduo sólido de sisal em campo. Visto que cultivos infestados por nematóides apresentam sintomas reflexos na produção e neste trabalho não foi avaliado esta variável. Recomenda-se também realizar trabalhos com o objetivo de avaliar o potencial nematicida do extrato aquoso de resíduo sólido de sisal em outros gêneros de nematóides.

## ANEXO

**Tabela 1:** Caracterização química de uma amostra de solo (camada de 0 a 20 cm).

pH (H <sub>2</sub> O)	Ca (+2)	Mg <sup>(+2)</sup>	Al	H + Al	Ca <sup>(+2)</sup> +Mg <sup>(+2)</sup>	Na	S	CTC	V	P	K	MO
-----Cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> -----										Mg/dcm <sup>3</sup> -		-%-
6,65	4,8	1,7	0,0	0,78	6,5	0,23	6,99	7,77	89,96	78	105	2,27