

Extrato pirolenhoso no controlo de *Meloidogyne enterolobii* em plantas de goiabeira cv. Paluma

Pyroligneous extract in the control of *Meloidogyne enterolobii* in guava plants cv. Paluma

Erik G. Sampaio¹, Fernandes A. Almeida¹, Augusto M. Oliveira^{2,*}, Maria L. T. Leite³, Wéverson L. Fonseca⁴ e Lucimere M. S. Xavier¹

¹ Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Campina Grande, Paraíba, Brasil

² Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Departamento de Produção Vegetal, Diamantina, Minas Gerais, Brasil

³ Universidade Federal do Piauí, Departamento de Ciências Agrárias, Bom Jesus, Piauí, Brasil

⁴ Universidade Federal do Piauí, Colégio Técnico de Bom Jesus, Bom Jesus, Piauí, Brasil

(*E-mail: augusto2013ufpi@gmail.com)

<https://doi.org/10.19084/rca.26524>

Recebido/received: 2022.02.19

Aceite/accepted: 2022.07.14

RESUMO

Meloidogyne enterolobii é, atualmente, o principal problema fitossanitário da cultura de goiabeira (*Psidium guajava*), levando à morte de pomares inteiros, uma vez que não se dispõe de medidas eficazes de controlo. O controlo com nematodocidas sintéticos não tem sido eficaz, o que resultou na procura de métodos alternativos, tendo sido desenvolvida investigação com material orgânico, entre eles, o extrato pirolenhoso. Assim, este trabalho teve como objetivo principal avaliar a influência do extrato pirolenhoso no controlo de *M. enterolobii* na cultura da goiabeira (cv. Paluma). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 11 tratamentos, correspondente a diferentes concentrações do extrato, com cinco réplicas por tratamento. A inoculação do solo com 5000 ovos/juvenis foi realizada 10 dias após o transplante das plântulas e 96 horas depois foram aplicados, no solo, 100 mL do extrato pirolenhoso. As avaliações foram feitas 90 dias após os tratamentos. Verificou-se que todas as concentrações foram eficazes no controlo de *M. enterolobii*, com reduções mais acentuadas do parasitismo e da reprodução à medida que aumentavam as concentrações do extrato.

Palavras-chave: *Psidium guajava*, controlo alternativo, nemátodes das galhas radiculares

ABSTRACT

Meloidogyne enterolobii, is currently the main phytosanitary problem of the guava production culture (*Psidium guajava*), leading to the death of entire orchards since effective control measures are not available. Control with synthetic nematicides has not been efficient, and this has resulted in the search for alternative methodologies, being developed research with organics materials, among them, the pyroligneous extract. Therefore, the main objective of this work was to evaluate the influence of pyroligneous extract on the control of *M. enterolobii* in guava (cv. Paluma). The experimental design was completely randomized, with 11 treatments, corresponding to extract concentrations (0.0%-control; 0.5%; 10%; 15%; 20%; 25%; 30%; 35%; 40%; 50% and 100%), with five repetitions/treatment. Soil infestation with 5,000 eggs/juveniles was carried out 10 days after the transplanting of seedlings. After 96 hours, 100 mL of pyroligneous extract was applied to the soil. The evaluations were done 90 days after treatments. It was observed that all concentrations were efficient in the control of *M. enterolobii*, with more accentuated reductions in parasitism and reproduction as the extract concentrations increased.

Keywords: *Psidium guajava*, alternative control, root-knot nematodes.

INTRODUÇÃO

A goiabeira (*Psidium guajava*) é uma fruteira de grande importância econômica, distribuída mundialmente (Ashokkumar *et al.*, 2021). Possui um elevado teor nutritivo, sendo composta por fibras, açúcares totais, vitaminas A, do complexo B e C, β -caroteno e licopeno (Vitti *et al.*, 2020). Além do seu consumo em fresco, é muito utilizada na produção de compostos industrializados como doces, sumos, geleia, polpa, entre outros (Vitti *et al.*, 2020).

A produtividade dessa fruteira tem sofrido perdas significativas ao longo dos anos, devido à forte incidência dos nemátodes das galhas radiculares (NGR), *Meloidogyne* sp. *Meloidogyne enterolobii* é considerada a espécie mais agressiva em comparação com outras espécies tropicais devido à sua alta taxa de reprodução, grande número de hospedeiros e forte indução de galhas. A combinação desses fatores faz da espécie uma ameaça à produção de goiaba no mundo inteiro, resultando na destruição de vários pomares (Ashokkumar *et al.*, 2019, 2021).

Alguns dos sintomas característicos das plantas infestadas por *M. enterolobii* são: aparecimento de galhas de dimensões variadas nas raízes, necrose e redução no número de radículas, seguidos de amarelecimento e bronzeamento das margens de folhas e ramos, com intensa desfolha, floração tardia e redução do tamanho dos frutos, entre outros (Ashokkumar e Poornima, 2019; Ashokkumar *et al.*, 2021).

Entre as práticas de controle dos NGR, tem sido adotada a rotação de culturas, plantas resistentes, microrganismos antagônicos e nematodocidas sistêmicos (Abdel-Rahman *et al.*, 2013; Mwamba *et al.*, 2021). No entanto, vários nematodocidas sintéticos têm vindo a ser banidos do mercado devido à sua alta toxicidade e elevado custo (Abdel-Rahman *et al.*, 2013; Kearn *et al.* 2014). O fato de os nematodocidas sintéticos serem produtos que não garantem a supressão dos nemátodes a longo prazo, além das preocupações ambientais e de saúde humana, tem restringido cada vez mais o seu uso. Em relação à rotação de culturas, o grande desafio diz respeito a encontrar plantas não hospedeiras. Quanto ao uso de plantas resistentes, ainda não são conhecidas para todas as espécies cultivadas. Por fim, o uso de microrganismos antagônicos também tem sido

difícil de implementar devido à sua fraca adaptação ao ambiente, além da resistência dos produtores em utilizá-los.

Nos últimos anos, as medidas de controle das doenças das plantas têm vindo a assentar numa intervenção preventiva, tendo como foco principal a redução dos custos e a segurança ambiental. A ação preventiva do extrato pirolenhoso deve-se à sua composição, pois possui elementos químicos que favorecem a absorção de nutrientes, melhorando, consequentemente, a resistência física das plantas. O extrato pirolenhoso, resultante da condensação da fumaça gerada pela queima da madeira durante o processo de carbonização, pode ser um meio alternativo de controle devido à presença de compostos como aldeídos, fenóis, terpenos, ácidos orgânicos, entre outros (Santos *et al.*, 2017; Farias *et al.*, 2020). Santos *et al.* (2017) relataram a redução no parasitismo de *M. incognita* na cultura da alface após aplicação do extrato pirolenhoso. Farias *et al.* (2020) observaram que o fator de reprodução de *Scutellonema bradys* e *Pratylenchus* sp. foi reduzido em 43% após tratar tubérculos de inhame infectados com extrato pirolenhoso de *Cocos nucifera*.

Assim, o objectivo principal deste trabalho foi avaliar o potencial de diferentes concentrações de extrato pirolenhoso no controle de *M. enterolobii* em plantas de goiabeira, cv. Paluma, cultivadas em estufa.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização e caracterização da área experimental

O ensaio foi conduzido em estufa e no Laboratório de Fitopatologia, ambos localizados no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande – CCTA/UFCG, Campus de Pombal-PB, com goiabeiras da cv. Paluma. O extrato pirolenhoso foi adquirido na empresa Ophicina Orgânica Fertilizantes Ltda, extraído da madeira de eucalipto. O seu pH é de 3,5, apresentando na sua composição compostos como água, ácidos orgânicos, álcoois, aldeídos, cetonas, furano, pirano e compostos fenólicos, de acordo com as informações do fabricante.

As plantas foram cultivadas num solo caracterizado como Luvisolo Crômico (EMBRAPA, 2006),

colhido na camada de 0-30 cm em área pertencente ao Campus de Pombal (PB). Após seco ao ar, destorreado e passado em peneira de malha de 2,0 mm, o solo foi encaminhado para o laboratório de análises de solo e nutrição de plantas do CCTA/UFPG para a sua caracterização química e física conforme procedimentos descritos pela EMBRAPA (2011).

Em relação às características químicas do solo, foram descritos: pH (CaCl₂) = 6,03; H+Al = 0,50; Al³⁺ = 0,50; P (mg kg⁻¹) = 9,17; K⁺ (cmol dm⁻³) = 0,40; Na⁺ (cmol dm⁻³) = 1,04; Ca²⁺ (cmol dm⁻³) = 4,8; Mg²⁺ (cmol dm⁻³) = 3,30; MO (kg k⁻¹) = 7,40; CTC⁺ (cmol dm⁻³) = 9,54. As características físicas observadas foram: areia (g kg⁻¹) = 636,8; silte (g kg⁻¹) = 97,2; argila (g kg⁻¹) = 266,0; Ds (g cm⁻³) = 1,36; Dp (g cm⁻³) = 2,64; porosidade (m³ m³) = 0,48; sendo classificado com classe textural franco-arenoso.

Procedimentos experimentais

Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, com 11 tratamentos, correspondentes a diferentes concentrações do extrato pirolenhoso (0,0%-controle; 0,5%; 10%; 15%; 20%; 25%; 30%; 35%; 40%; 50% e 100%) diluído em água, com cinco réplicas por tratamento. Cada unidade experimental consistiu de uma planta por vaso, contendo 5 dm³ de substrato.

O solo foi esterilizado previamente em autoclave a 120°C sob pressão de 1,05 Kg² cm⁻², durante uma hora. A adubação com macro e micronutrientes foi realizada conforme recomendação em Novais *et al.* (1991), para ensaios em vasos com solo, com os devidos ajustes em função do resultado da análise de solo.

Foi utilizada a cv. Paluma, devido à sua importância econômica e à sua aceitação nacional, além da alta suscetibilidade a *M. enterolobii*. Para isso, frutos da região do sertão da Paraíba foram colhidos para produção de plantas. As sementes foram retiradas através do despulpamento dos frutos, secas à sombra, e semeadas cerca de três sementes por copo, a uma profundidade de aproximadamente 3 cm e transplantadas apenas uma planta por vaso, sendo este procedimento realizado quando as plantas atingiram uma altura de 8-10 cm.

Obtenção e aplicação do inóculo

O inóculo de *M. enterolobii* constituído por ovos e jovens do segundo estágio (J2), foi obtido a partir de populações puras, colhidas de raízes de plantas de tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) cv. Santa Clara, mantidas em estufa. A espécie de nemátode utilizada foi identificada por eletroforese de esterases (Esbenshade e Triantaphyllou, 1990) pela Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Quinze dias após o transplante das plantas de goiabeira para os vasos, os nemátodes foram extraídos das raízes de tomateiro, pela técnica de Hussey e Barker (1973), modificada por Bonetti e Ferraz (1981), e inoculados nas plantas de goiabeira na forma de suspensão, equivalente a 5000 ovos/J2, distribuídos em três orifícios abertos próximos do hipocótilo das plantas. Noventa e seis horas após a inoculação, foram aplicados os tratamentos, equivalente às concentrações do extrato pirolenhoso na superfície de cada vaso. Posteriormente, as plantas foram mantidas com irrigações diárias duas vezes ao dia. O solo dos vasos foi mantido em cobertura com palhada, permitindo a manutenção de uma temperatura média de 28 °C e a humidade acima de 60%.

Avaliação do parasitismo

As avaliações foram realizadas 90 dias após as aplicações do extrato pirolenhoso nas plantas de goiabeira inoculadas com *M. enterolobii*. Para isso, cada planta foi retirada cuidadosamente dos vasos e cortada na altura do colo para separar a parte aérea das raízes. O sistema radicular foi lavado em água corrente e mergulhado numa solução de floxina B por 10 minutos, para melhor visualização de massas de ovos (Silva *et al.*, 1988).

O número de galhas (NG) e de massas de ovos (MO) foram quantificados com o auxílio de lupa de Hansoros (Silva *et al.*, 1988). A estimativa do número de J2 e ovos (OR) das raízes foi realizada utilizando a metodologia de Coolen e D' Herde (1972); as raízes foram lavadas em água corrente para a eliminação das partículas de solo e colocadas em 300 mL de água, tendo sido trituradas com um liquidificador por 20 segundos, a baixa rotação, seguida de centrifugação em solução de sacarose. O número total de ovos e J2 foi contado com auxílio do microscópio

óptico e câmara de Peters; posteriormente, esse número foi dividido pela massa da raiz, obtendo-se o número de J2 por grama de raiz.

A estimativa do número de J2 no solo foi realizada a partir de uma amostra de 100 cm³ de solo de cada tratamento. Foi utilizada a técnica de centrifugação em solução de sacarose (Jenkins, 1964).

A quantificação da redução do fator de reprodução (RFR) foi realizada de acordo com a metodologia de Moura e Regis (1987), que consideram as seguintes categorias relativamente à resposta aos tratamentos: com RFR do nemátode de 100%, as plantas são classificadas como altamente resistentes ou imunes (AR ou I), de 96 a 99% resistentes (R), de 76 a 95% moderadamente resistentes (MR), de 51 a 75% pouco resistentes (PR), de 26 a 50% como suscetíveis (S) e 25% como altamente suscetíveis (AS). Para o cálculo da RFR, tomou-se o maior valor de FR como padrão de suscetibilidade, considerado como 0 % de redução.

O índice de reprodução (IR) foi determinado utilizando a reprodução dos nemátodes no tomateiro cv. Santa Clara, controlo (100%), em comparação com as plantas de goiabeira tratadas com as diferentes concentrações de extrato pirolenhoso, conforme metodologia de Taylor & Sasser (1978). Assim, a população final (Pf) encontrada nas plantas de goiabeira foi dividida pela encontrada no tomateiro, definindo assim, os índices de reprodução. A classificação quanto aos níveis de proteção para as plantas de goiabeira, após tratadas, foi obtida pelo critério de reprodução estabelecido por Taylor (1967), em que: S – plantas suscetíveis, reprodução normal, IR acima de 51%; LR – plantas levemente resistentes, IR de 26 a 50%; MoR – plantas moderadamente resistentes, com IR de 11

a 25%; MR – plantas muito resistentes, IR de 1 a 10%; AR/I – plantas altamente resistentes/imunes, IR abaixo de 1%. No presente estudo, a resistência foi considerada em função do efeito do extrato pirolenhoso no controlo dos nemátodes.

O fator de reprodução (FR) foi calculado utilizando a seguinte fórmula: FR = população final (número de ovos/planta + número de J2/vaso)/população inicial inoculada (5 000 ovos/J2), para definir resistência (FR<1) e suscetibilidade (FR≥1), conforme recomendado por Oostenbrink (1966).

Análise estatística

Os dados foram submetidos a análise de variância, pelo teste F (p<0,05) e quando significativos, as médias foram ajustadas em equações de regressão, com auxílio do software Sigma Plot 11.0. Após o ajuste das equações de regressão, foram estimadas as concentrações do extrato pirolenhoso (x) para reduzir em 50% as médias das variáveis de parasitismo dos nemátodes (CE₅₀) (1/2*Y).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram observadas diferenças significativas entre as concentrações do extrato pirolenhoso para todas os parâmetros analisados (número de galhas, massa de ovos, ovos na raiz, J2 no solo, J2 na raiz, nemátodes por grama de raiz, RFR, IR e FR) (Quadro 1).

O extrato pirolenhoso teve efeito positivo no controlo de *M. enterolobii* em plantas de goiabeira. As médias referentes ao número de galhas (Figura 1A), massa de ovos (Figura 1B), ovos na raiz (Figura 1C) e J2 no solo (Figura 1D) ajustaram-se ao

Quadro 1 - Análise de variância para o número de galhas (NG), massa de ovos (MO), ovos na raiz (OR), jovens do segundo estágio juvenil (J2) no solo (JS), jovens do segundo estágio juvenil (J2) na raiz (JR), nemátodes por grama de raiz (Ng/R), redução do fator de reprodução (RFR), índice de redução (IR) e fator de reprodução (FR) de *Meloidogyne enterolobii* em goiabeira, submetidos a diferentes concentrações de extrato pirolenhoso. Pombal-PB, 2020

Fonte de Variação	Quadrado Médio								
	NG (Und)	MO (Und)	OR (Und)	JS (Und)	JR (Und)	Ng/R (Und)	RFR (%)	IR (%)	FR -
Tratamento	183,81**	16820,4**	490,4**	549,64**	229,2**	287,4**	3764,7**	0,37**	0,45**
Desvio Padrão	12,67	609,1	2,39	1,33	12,46	2,77	5,6	0,0005	0,0009
CV (%)	16,46	23,21	15,64	17,20	22,56	30,88	2,77	16,52	20,04

**significativo a 1%; CV: coeficiente de variação

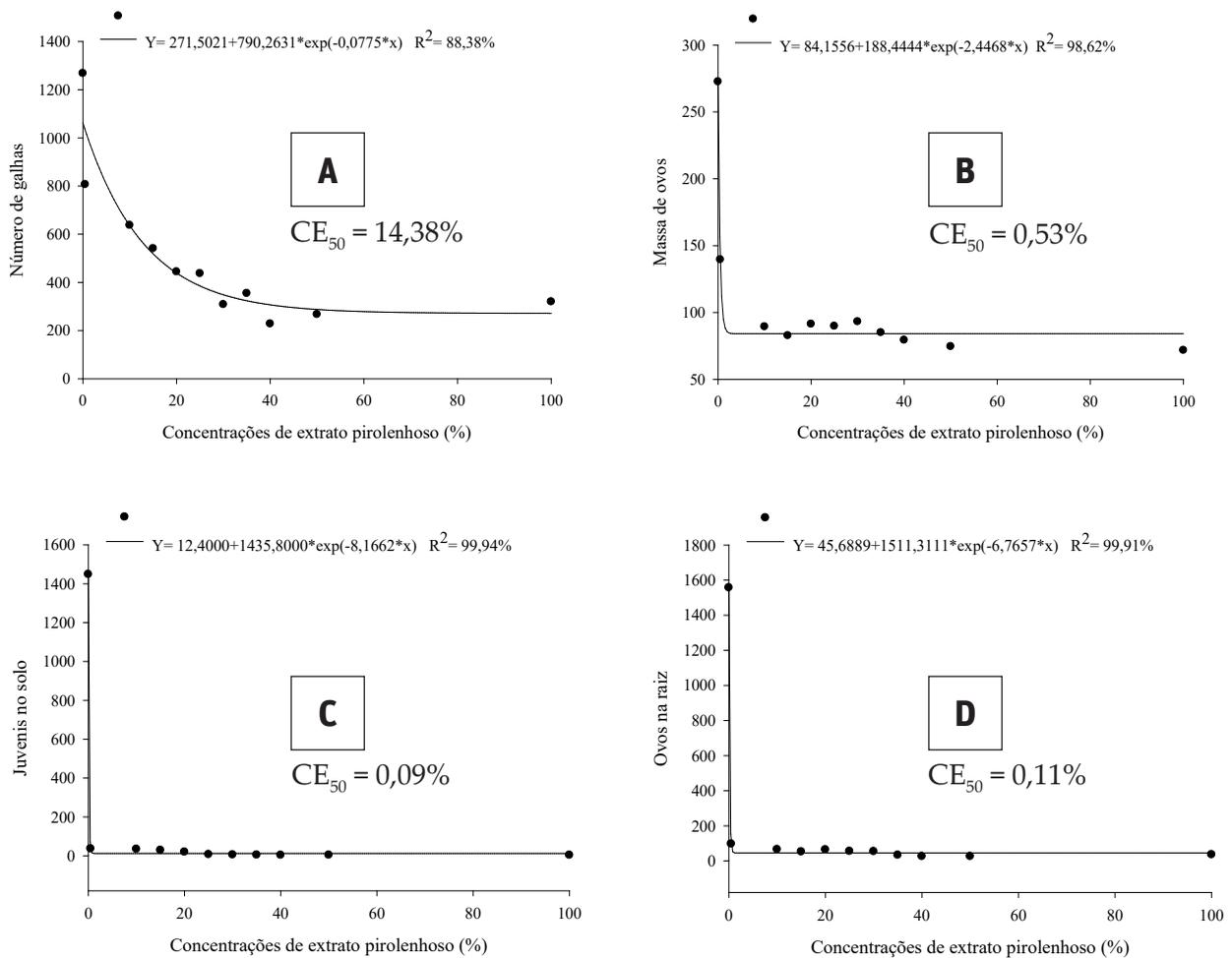


Figura 1 - Número médio de galhas (A), massa de ovos (B), ovos na raiz (C) e jovens do segundo estágio juvenil (J2) no solo (D), após aplicação de diferentes concentrações de extrato pirolenhoso, em plantas de goiabeira inoculadas com 5000 ovos/J2 de *Meloidogyne enterolobii*.

modelo de regressão exponencial decrescente, em função das concentrações do extrato pirolenhoso adicionado ao solo. A concentração do extrato pirolenhoso para reduzir em 50% (CE_{50}) o número de galhas, massa de ovos, ovos na raiz e J2 no solo foi de 14,38%, 0,53%, 0,09% e 0,11%, respectivamente. Reduções mais acentuadas do número de galhas foram obtidas a partir da aplicação da concentração de 20% do extrato pirolenhoso.

A eficácia do extrato pirolenhoso na redução dessas variáveis, deve-se, possivelmente, à presença de compostos químicos como: cetonas, ésteres, aldeídos, ácidos orgânicos, metanol, alcatrão solúvel, cadeias fenólicas, entre outros, que ao serem absorvidos pelas plantas, podem ter ação nematocida (Nakai *et al.*, 2007). Resultados semelhantes foram

observados por Santos *et al.* (2017), onde foi obtida uma redução superior a 68% para o número de galhas, utilizando uma dose a partir de 0,5% do extrato pirolenhoso na cultura da alface.

Para as massas de ovos (Figura 1B), ovos na raiz (Figura 1C) e J2 no solo (Figura 1D), observou-se uma redução acentuada e constante com concentrações abaixo de 10% do extrato pirolenhoso, o que demonstra a eficácia na neutralização da ação parasitária do nemátode nas plantas de goiabeira. Estudos baseados em extratos pirolenhosos já demonstraram uma importante bioatividade para outros nemátodes fitoparasitas, tais como, *M. incognita*, *Scutellonema bradys* e *Pratylenchus* spp. (Santos *et al.*, 2017; Farias *et al.*, 2020).

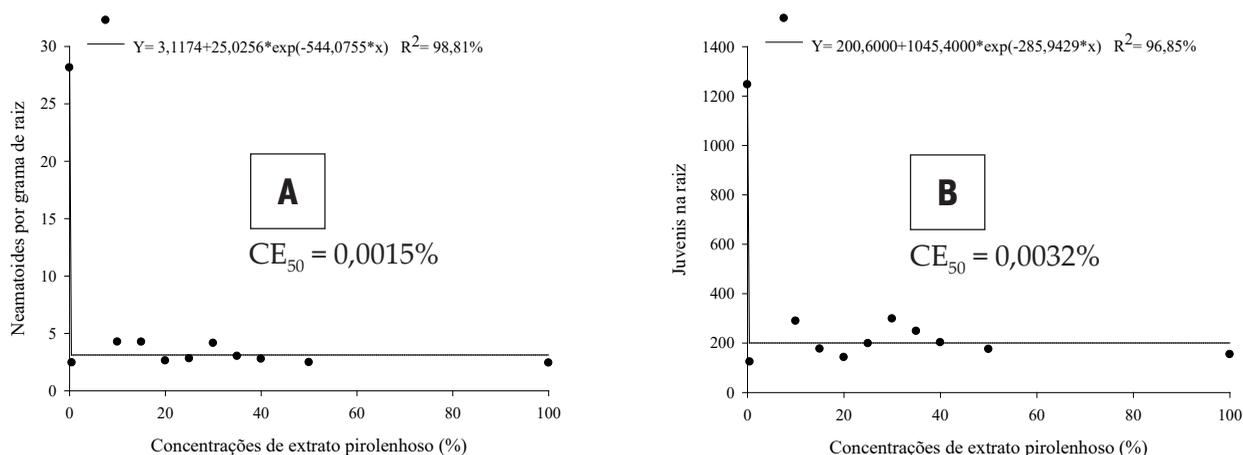


Figura 2 - Número médio de jovens do segundo estágio juvenil (J2) na raiz (A), nemátodes por grama de raiz (B), após aplicação de diferentes concentrações de extrato pirolenhoso, em plantas de goiabeira inoculadas com 5000 ovos/J2 de *Meloidogyne enterolobii*.

A redução dos nemátodes não está associada somente ao contato direto dos compostos presentes no extrato pirolenhoso, mas também à disponibilidade desses que viabilizam as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, potencializando a absorção dos nutrientes pelas plantas e, assim, promovendo uma maior capacidade de resistência

ao ataque dos nemátodes (Zanetti, 2004; Michereff-Filho *et al.*, 2008).

O número de J2 na raiz (Figura 2A) e nemátodes por grama de raiz (Figura 2B), permitiu um ajustamento ao modelo de regressão exponencial decrescente em função das concentrações do extrato. Para

Quadro 2 - Índice de redução (IR), fator de reprodução (FR) e redução do fator de reprodução (RFR) de *Meloidogyne enterolobii*, em solo tratado com diferentes concentrações de extratos pirolenhoso. Pombal, PB. 2020. Média de 5 réplicas/tratamento

Concentrações	Índice de Redução ¹		Fator de Reprodução ²		Redução do Fator de Reprodução ³
	IR (%)**	Classe	FR**	Classe	RFR (%) Classe
0	-	-	1,06	S	-
0,5	0,05	AR	0,06	R	94,07
10	0,08	AR	0,09	R	91,09
15	0,06	AR	0,06	R	94,06
20	0,05	AR	0,05	R	94,81
25	0,05	AR	0,06	R	94,12
30	0,08	AR	0,08	R	91,95
35	0,06	AR	0,07	R	93,46
40	0,05	AR	0,05	R	94,81
50	0,04	AR	0,05	R	95,24
100	0,04	AR	0,04	R	95,59
Tomateiro	100,00	S	1,09	S	Padrão
CV (%)	16,52	-	20,04	-	2,77

¹ Cultura suscetível (acima de 50% em relação ao tomateiro); LR: levemente resistente (26% a 50%); MoR: moderadamente resistente (11% a 25%); MR: muito resistente (1% a 10%); AR: altamente resistente (menos de 1%) e I: imune (quando não houve reprodução). ² FR = resistente (FR < 1); S = suscetível (FR ≥ 1). ³ AR = Altamente Resistente (95,0 – 99,9); R = resistente (90,0 – 94,9); MR = Moderadamente Resistente (75,0 – 89,9); e S = suscetível (menor que 75,0), adaptado de Moura (1997).

essas variáveis, observou-se uma redução efetiva a partir da menor concentração de extrato (0,5%), suficiente para ocasionar uma redução superior a 50% da população de *M. enterolobii*.

Para o Índice de reprodução, todas as concentrações aplicadas do extrato pirolenhoso, promoveram uma redução da infecção de *M. enterolobii* nas plantas de goiabeira, com valores de infecção abaixo de 1% (Tabela 2). Quanto ao fator de reprodução, todos os tratamentos com as concentrações entre 0,5 e 100% do extrato ficaram com valores abaixo de 1, o que significa que as plantas de goiabeira tratadas com extrato pirolenhoso não sofreram danos causados por *M. enterolobii* (Quadro 2).

Os resultados do fator de reprodução e índice de reprodução permitiram constatar que as plantas tratadas com as concentrações de 0,5 a 40% do extrato pirolenhoso se mostraram mais protegidas relativamente ao parasitismo de *M. enterolobii*, e ainda mais nas concentrações de 50 e 100% (Quadro 2).

De acordo com as informações do vendedor, o extrato pirolenhoso possui na sua composição ácidos

orgânicos, álcoois, aldeídos, cetonas, furanos, piranos e compostos fenólicos. Os aldeídos, fenóis, terpenos e ácidos orgânicos têm demonstrado efeito nematocida contra *M. incognita* (Seo e Kim, 2014; Santos *et al.*, 2017), *Heterodera zae* (Faizi *et al.*, 2011), *Panagrellus redivivus* e *Caenorhabditis elegans* (Li *et al.*, 2009; Abdel-Rahman *et al.*, 2013).

Puja e Pannu (2009) descreveram que vários terpenóides e seus derivados possuem atividade nematocida. Os J2 de *M. incognita* foram inibidos por compostos como, por exemplo, dimetoxigossipol, gossipol, metoxigossipol e hemigossipol. Da mesma forma, timol, linalol, geraniol e cânfora foram eficazes no controle de J2 de *M. incognita* e de *M. javanica* (Puja e Pannu, 2009).

CONCLUSÃO

O extrato pirolenhoso é eficaz no controle de *M. enterolobii* em plantas de goiabeira, cv. Paluma, com resultados satisfatórios a partir da concentração de 0,5%. No entanto, mais estudos deverão ser efetuados para verificar o efeito do extrato noutras espécies de NGR e nos organismos-não-alvo.

REFERÊNCIA S BIBLIOGRÁFICAS

- Abdel-Rahman, F.H.; Alaniz, N. & Saleh, M.A. (2013) - Nematicidal activity of terpenoids. *Journal of Environmental Science and Health*, vol. 48, n. 1, p. 16-22. <https://doi.org/10.1080/03601234.2012.716686>
- Ashokkumar, N. & Poornima, K. (2019) - Occurrence and distribution of root knot nematode, *Meloidogyne enterolobii* in guava (*Psidium guajava* L.) in Tamil Nadu. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, vol. 8, n. 2, p. 1922-1924.
- Ashokkumar, N.; Poornima, K. & Kalaiarasan, P. (2019) - Embryogenesis, Penetration and Post penetration Development of *Meloidogyne enterolobii* in guava (*Psidium guajava* L.). *Annals of Plant Protection Sciences*, vol. 27, n. 1, p. 140-145. <http://dx.doi.org/10.5958/0974-0163.2019.00028.4>
- Ashokkumar, N.; Poornima, K.; Kalaiarasan, P.; Jeyakumar, P.; Uma, D.; Kavino, M.; Dharani, S. & Kothai, S. (2021) - Induction of defence-related proteins by selected plant growth regulators and biocontrol agents against guava root knot nematode, *Meloidogyne enterolobii*. *Journal of Nematology*, vol. 53, n. 1, p. 1-15. <https://dx.doi.org/10.21307%2Fjofnem-2021-081>
- Bonetti, J.I. & Ferraz, S. (1981) - Modificações do método de Hussey & Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* em raízes de cafeeiro. *Fitopatologia Brasileira*, vol. 6, p. 553.
- Coolen, W.A. & D'Herde, C.J. (1972) - *A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue*. Ghent, Belgium: State of Nematology and Entomology Research Station, 77 p.
- EMBRAPA (2006) - *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 2ªed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 306 p.
- EMBRAPA (2011) - *Manual de métodos de análise de solo*. 2ªed. Rio de Janeiro, 225 p.
- Esbenshade, P.R. & Triantaphyllou, A.C. (1990) - Isozyme phenotypes for the identification of *Meloidogyne* species. *Journal of Nematology*, vol. 22, n. 1, p. 10-15.

- Faizi, S.; Fayyaz, S.; Bano, S.; Iqbal, E.Y.; Ahmed L.; Siddiqi, H. & Naz, A. (2011) - Isolation of nematicidal compounds from *Tagetes patula* L. yellow flowers: structure-activity relationship studies against cyst nematode *Heterodera zea* infective stage larvae. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 59, n. 17, p. 9080-9093. <https://doi.org/10.1021/jf201611b>
- Farias, S.P.D.; Almeida, A.V.D.L.D.; Nascimento, E.S.D.; Soletti, J.I.; Balliano, T.L.; Moura Filho, G. & Muniz, M.D.F.S. (2020) - In vitro and in vivo control of yam dry rot nematodes using pyrolytic extracts from palm trees. *Revista Ceres*, vol. 67, n. 6, p. 482-490. <https://doi.org/10.1590/0034-737X202067060008>
- Hussey, R.S. & Barker, K.R. (1973) - A comparison of methods collecting inocula of *Meloidogyne* spp. including a new technique. *Plant Disease Reporter*, vol. 57, p. 1025-1028.
- Jenkins, W.R. (1964) - A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. *Plant Disease Reporter*, vol. 48, p. 692-695.
- Kearn, J.; Ludlow, E.; Dillon, J.; O'Connor, V. & Holden-Dye, L. (2014) - Fluensulfone is a nematicide with a mode of action distinct from anticholinesterases and macrocyclic lactones. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, vol. 109, p. 44-57. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2014.01.004>
- Li, G.H.; Dang, L.Z.; Hong, L.J.; Zheng, L.J.; Liu, F.F.; Li, L.; Liu, Y.J. & Zhang, K.Q. (2009) - Nematicidal activity of honokiol and magnolol isolated from *Magnolia tripetala*. *Journal of Phytopathology*, vol. 157, n. 6, p. 390-392. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0434.2008.01507.x>
- Michereff-Filho, M.; Torres, J.B.; Andrade, L.N.T. & Nunes, M.U.C. (2008) - Effect of some biorational insecticides on *Spodoptera eridania* in organic cabbage. *Pest Management Science*, vol. 64, n. 7, p. 761-767. <https://doi.org/10.1002/ps.1554>
- Moura, R.M. & Régis, E.M.O. (1987) - Reações de cultivares de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*) em relação ao parasitismo de *Meloidogyne javanica* e *M. incognita* (Nematoda: Heteroderidae). *Nematologia Brasileira*, vol. 11, p. 215-225.
- Mwamba, S.; Kihika-Opananda, R.; Murungi, L.K.; Losenge, T.; Beck, J.J. & Torto, B. (2021) - Identification of repellents from four non-host Asteraceae plants for the root knot nematode, *Meloidogyne incognita*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 69, n. 50, p. 15145-15156. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.1c06500>
- Nakai, T.; Kartal, S.N.; Hata, T. & Imamura, Y. (2007) - Chemical characterization of pyrolysis liquids of wood-based composites and evaluation of their bio-efficiency. *Building and Environment*, vol. 42, n. 3, p. 1236-1241. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2005.11.022>
- Novais, R.F.; Neves, J.C.L. & Barros, N.F. (1991) - Ensaio em ambiente controlado. In: Oliveira, A.J. (Coord.) *Métodos de pesquisa em fertilidade do solo*. Brasília, Embrapa-Sea. p. 189-253.
- Oostenbrink, M. (1966) - Major characteristics of the relation between nematodes and plants. *Mededelingen van de Landbouwhogeschool*, vol. 66, n. 4, p. 1-46.
- Puja, O. & Pannu, S.K. (2009) - Effect of terpenoids on nematodes: a review. *Journal of Environmental Research and Development*, vol. 4, n. 1, p. 171-177.
- Santos, A.M.; Almeida, F.A.; Fonseca, W.L.; Leite, M.L.T.; Pereira, F.F. & Carvalho, R.M. (2017) - Ácido pirolenhoso no manejo de nematoides das galhas na cultura da alface. *Revista Espacios*, vol. 38, p. 43.
- Seo, Y. & Kim, Y.H. (2014) - Control of *Meloidogyne incognita* using mixtures of organic acids. *Plant Pathology Journal*, vol. 30, n. 4, p. 450-455. <https://dx.doi.org/10.5423%2FPPJ.NT.07.2014.0062>
- Silva, G.S.; Santos, J.M. & Ferraz, S. (1988) - Novo método de coloração de ootecas de *Meloidogyne* sp. *Nematologia Brasileira*, n. 12, p. 6-7.
- Taylor, A. L. & Sasser, J. N. (1978) - *Biology identification and control of root-knot nematodes (Meloidogyne species)*. Raleigh: North Carolina State University Graphics, 111 p.
- Vitti, K.A.; Lima, L.M.D. & Martines Filho, J.G. (2020) - Agricultural and economic characterization of guava production in Brazil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, vol. 42, n. 1, p. e-447. <https://doi.org/10.1590/0100-29452020447>
- Zanetti, M.; Cazetta, J.O.; Júnior, D.M. & Carvalho, S.A. (2004) - Influência do extrato pirolenhoso na calda de pulverização sobre o teor foliar de nutrientes em limoeiro 'cravo'. *Revista Brasileira Fruticultura*, vol. 26, n. 3, p. 529-533.