



**Management of *Pratylenchus coffeae* and *Scutellonema bradys* by soil amendment with antagonistic plants**

**Incorporação de plantas antagonistas ao solo para manejo de *Pratylenchus coffeae* e *Scutellonema bradys***

**MORAIS, Ana Caroline de Melo<sup>(1)</sup>; MUNIZ, Maria de Fátima Silva<sup>(2)</sup>; OLIVEIRA, Ellen Rebecca Lopes de<sup>(3)</sup>; LIMA, Rosângela da Silva<sup>(4)</sup>; CASTRO, José Mauro da Cunha e<sup>(5)</sup>; MOURA FILHO, Gilson<sup>(6)</sup>**

<sup>(1)</sup> 0000-0003-3716-938X; Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Rio Largo, Alagoas (AL), Brasil. [moraiscaroline@live.com](mailto:moraiscaroline@live.com).

<sup>(2)</sup> 0000-0003-1748-4569; Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Rio Largo, Alagoas (AL), Brasil. [mf.muniz@uol.com.br](mailto:mf.muniz@uol.com.br).

<sup>(3)</sup> 9963-3961-0504-8713; Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR/AL). Maceió, Alagoas (AL), Brasil. [rebek\\_t@hotmail.com](mailto:rebek_t@hotmail.com).

<sup>(4)</sup> 0000-0003-4936-5863; Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR/AL). Maceió, Alagoas (AL), Brasil. [ro.zootec@hotmail.com](mailto:ro.zootec@hotmail.com).

<sup>(5)</sup> 0000-0003-1345-6042; Embrapa Semiárido. Petrolina, Pernambuco (PE), Brasil. [mauro.castro@embrapa.br](mailto:mauro.castro@embrapa.br).

<sup>(6)</sup> 0000-0003-0951-959X; Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Rio Largo, Alagoas (AL), Brasil. [gmf.ufal@gmail.com](mailto:gmf.ufal@gmail.com).

O conteúdo expresso neste artigo é de inteira responsabilidade dos/as seus/as autores/as.

**ABSTRACT**

Among the constraints to yam (*Dioscorea* spp.) in Brazil, the dry rot disease caused by the nematodes *Scutellonema bradys* and *Pratylenchus* spp. is the most important on commercial and seed tubers. The aim of this work was to evaluate the effect of soil incorporation with aerial portions of *Crotalaria juncea*, *C. spectabilis*, *C. ochroleuca*, *Tagetes erecta* and *T. patula* on a mixed population of the causal agents of dry rot disease of yam, under greenhouse conditions. After soil amendments, sprouting yam tubers were planted and 30 days later the plants were inoculated with a mixed population of *P. coffeae* and *S. bradys*. Pots were set in a completely randomized design with six treatments (including the control) and eight replications. Five months after planting, the nematode populations were assessed. Soil amendment with the aerial portions of *Crotalaria* and *Tagetes* species did not reduce nematode populations. The inefficacy of the amendments may be related to factors such as the amount of plant parts used and the composition of nematode populations.

**RESUMO**

Entre os principais problemas fitossanitários da cultura do inhame (*Dioscorea* spp.) no Brasil, a casca-preta, causada pelos nematoides *Scutellonema bradys* e *Pratylenchus* spp., destaca-se como o mais importante, incidindo em rizóforos comerciais e rizóforos-sementes. O objetivo deste trabalho foi avaliar, em casa de vegetação, o efeito da incorporação, ao solo, da parte aérea de *Crotalaria juncea*, *C. spectabilis*, *C. ochroleuca*, *Tagetes erecta* e *T. patula* sobre uma população mista de nematoides causadores da casca-preta-do-inhame. Após a incorporação, foi efetuado o plantio de inhame e, decorridos 30 dias, as plantas foram inoculadas com uma população mista de *P. coffeae* e *S. bradys*. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com seis tratamentos (incluindo a testemunha), e oito repetições. A avaliação do experimento foi realizada cinco meses após o plantio do inhame. A incorporação das partes aéreas de espécies de *Crotalaria* spp. e de *Tagetes* spp. não reduziu a densidade populacional dos nematoides. A ineficácia dos tratamentos pode estar relacionada a fatores tais como a quantidade do material empregado e a composição da população de nematoides.

**INFORMAÇÕES DO ARTIGO**

**Histórico do Artigo:**

Submetido: 27/04/2022

Aprovado: 21/09/2022

Publicação: 10/10/2022



**Palavras-chaves representativas do trabalho, estas não devem estar contidas no título do artigo.**

**Keywords:**

Dry rot of yam, *Dioscorea* spp., organic matter, *Crotalaria* spp., *Tagetes* spp.

**Palavras-Chave:**

Casca-preta-do-inhame, *Dioscorea* spp., matéria orgânica, *Crotalaria* spp., *Tagetes* spp.

## Introdução

No Brasil, a casca-preta ou podridão-seca, causada pelos nematoides *Scutellonema bradys* (Steiner & LeHew) Andrásy, *Pratylenchus coffeae* (Zimmermann) Filipjev & Schuurmans Steekhoven e *P. brachyurus* (Godfrey) Filipjev & Schuurmans Stekhoven, destaca-se dentre os problemas fitossanitários que afetam o cultivo do inhame (*Dioscorea* spp.) (Moura, 2016). Os sintomas iniciais da doença se manifestam na forma de manchas amareladas ou pardacentas, nos tecidos externos dos rizóforos, os quais se tornam marrons a negros quando a podridão-seca progride. Rachaduras também ocorrem na casca e, em casos severos, total deterioração pode ocorrer durante o armazenamento. O prejuízo causado às células pelo nematoide é confinado aos tecidos subepidérmicos, peridérmicos e parenquimatosos do rizóforo, a uma profundidade de 1-2 cm, podendo, ocasionalmente, ser mais profundo (Kwoseh et al., 2002). A ocorrência de sintomas na parte aérea não é evidente (Coyne & Affokpon, 2018).

A desvalorização comercial dos rizóforos doentes, a pouca resistência destes ao armazenamento e a dificuldade de controle da doença são os aspectos mais importantes sobre a casca-preta (Moura, 2016). Segundo Pinheiro (2017), as perdas na cultura do inhame podem variar de 20% por causa da infecção por *S. bradys*. O controle da doença se baseia em técnicas de exclusão. O plantio de rizóforos-sementes sadios, em solos livres de nematoides, é a solução, entretanto, a dificuldade de obtenção de material de propagação sadio torna essa prática pouco viável (Moura, 2016).

Segundo Gowen et al. (2005), diversos tipos de materiais orgânicos têm mostrado eficiência na redução de populações de nematoides em diversos patossistemas. Os materiais orgânicos (adubos verdes, resíduos da agroindústria e resíduos animais) servem de fonte de nutrientes, promovem o aumento da capacidade de armazenamento de água no solo e, por isso, melhoram o crescimento das plantas. Elevados teores de matéria orgânica também estimulam a atividade microbiana e aumentam a presença e a atividade de micro-organismos benéficos do solo, sendo que muitos são antagonistas aos nematoides. Além disso, a decomposição dos resíduos resulta na acumulação de compostos específicos que podem ter ação nematicida (McSorley, 2011). Entretanto, a informação existente sobre o uso de materiais orgânicos no manejo de fitonematoides que afetam a cultura do inhame é limitada (Osei et al., 2013; Santos et al., 2009).

Algumas plantas pertencentes aos gêneros *Tagetes* e *Crotalaria* se destacam dentre as espécies vegetais que têm apresentado elevado número de pesquisas e de resultados promissores para a redução de populações de fitonematoides, sendo utilizadas em programas de rotação e de sucessão de culturas, em consórcio ou para adubação verde (Ferraz et al., 2010). Espécies de *Tagetes* são conhecidas por conterem compostos bioativos tais como,  $\alpha$ -tertienil e

bitienil e por atuarem na supressão de nematoides (Hooks et al., 2010). Dentre os mecanismos pelos quais espécies de *Crotalaria* suprimem nematoides, destacam-se a reação como más ou não-hospedeiras, a capacidade de produzirem compostos nematotóxicos e de aumentarem a população de micro-organismos antagonistas e, ainda, o fato de apresentarem baixa relação Carbono/Nitrogênio, que resultaria em plasmólise dos nematoides (Wang et al., 2002).

Considerando as perdas provocadas pela casca-preta nas áreas produtoras de inhame no Nordeste brasileiro e a escassez de publicações sobre o controle dessa doença, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da incorporação ao solo da parte aérea de espécies de *Crotalaria* e de *Tagetes*, sobre uma população mista de nematoides causadores da doença.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação e as espécies vegetais estudadas foram *Crotalaria juncea* L., *C. spectabilis* Roth, *C. ochroleuca* G. Don, *Tagetes erecta* L. e *T. patula* L. Inicialmente, as sementes foram distribuídas em bandejas contendo o substrato comercial PottingMix Biofert® e, 10 dias após a germinação, foi realizado o transplântio para sacos plásticos pretos com capacidade para oito litros, contendo solo esterilizado em estufa a 100 °C por 24 horas (Araújo et al., 2018), deixando-se apenas uma planta por vaso.

Sessenta dias após o plantio, quando a primeira espécie vegetal, *C. juncea*, atingiu 50% de floração, a parte aérea de cada planta foi cortada, picada e colocada sobre a superfície do solo (50 g/vaso) (Borges et al., 2013; Ploeg, 2000) e, após 10 dias, foi feita a incorporação por meio do revolvimento do solo. Imediatamente após esta etapa, foi plantado, em cada saco plástico, um rizóforo-semente de inhame, aparentemente sadio, em início de brotação. Rizóforos plantados somente em solo serviram como testemunhas. Trinta dias após o plantio, as plantas foram inoculadas com uma suspensão de *P. coffeae* e *S. bradys* proveniente de rizóforos infectados, que continha, aproximadamente, 500 indivíduos de cada uma das espécies (totalizando 1000 indivíduos por planta). A suspensão foi distribuída em dois orifícios de 2 cm de profundidade no solo, em torno do caule de cada uma das plantas. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com oito repetições (uma planta por vaso) e seis tratamentos, constituídos pelas espécies de *Crotalaria* e de *Tagetes* e uma testemunha.

A avaliação das populações dos nematoides foi realizada cinco meses após o plantio do inhame. O sistema radicular e a casca dos rizóforos de cada uma das plantas foram lavados em água corrente, pesados e processados em liquidificador, seguido de centrifugação em solução de sacarose e caulim conforme Coolen e D'Herde (1972), enquanto o processamento das amostras de solo, em alíquotas de 100 cm<sup>3</sup>, seguiu o método de Jenkins (1964). Após a extração, nas amostras positivas para os nematoides, os espécimes foram mortos e fixados em formaldeído a 4% aquecido. A estimativa populacional dos nematoides foi feita com base em duas contagens, sendo que alíquotas de 1 ml foram dispensadas em lâmina de Peters e

observados ao microscópio de luz com aumento de 100x. O cálculo do fator de reprodução (FR) dos nematoides [FR = população final (raízes+túberas+solo)/população inicial (1.000 nematoides)], nos diferentes tratamentos, foi efetuado conforme Oostenbrink (1966). Para a análise estatística, os dados foram transformados em  $\log x$  ou  $\sqrt{x}$  e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade, utilizando o software Assistat 7.7 beta.

## Resultados e Discussão

Não foi observada diferença estatística entre os tratamentos com a incorporação ao solo das partes aéreas de *Crotalaria* spp. e *Tagetes* spp., em relação à densidade populacional total dos nematoides, cujos valores médios variaram de 10.835,0 a 36.537,5 indivíduos por sistema radicular. Porém, no caso de *C. ochroleuca* houve diferença estatística para a densidade populacional dos nematoides nas raízes de inhame (Tabela 1). Os nematoides não foram detectados nas amostras de solo. A menor densidade populacional dos nematoides verificada nas plantas testemunha, que resultou no número médio de 4.621,2 indivíduos por sistema radicular, pode ser atribuída ao atraso no desenvolvimento vegetativo, em comparação com os demais tratamentos, nos quais ocorreu a incorporação do material orgânico. Provavelmente, isto tenha favorecido o desenvolvimento de um sistema radicular menos vigoroso nas plantas do tratamento testemunha que, conseqüentemente, ofereceu menor número de sítios de infecção e de alimentação para os nematoides.

Os elevados valores de Coeficiente de Variação (CV) encontrados no presente trabalho para algumas variáveis avaliadas (Tabela 1) indicam a elevada heterogeneidade dos dados, dentro do mesmo tratamento, provavelmente relacionada à desuniformidade no desenvolvimento das raízes e rizóforos, que pode ter afetado a multiplicação dos nematoides. Vale destacar que elevados valores de CV são comumente encontrados em trabalhos na área de nematologia, mesmo sob condições controladas.

Pesquisas que envolveram o uso de adubos verdes, como *Crotalaria* spp., levaram a resultados promissores no controle de nematoides (Machado et al., 2007), a exemplo do que foi observado no patossistema *S. bradys* x inhame (Garrido et al., 2008). Entretanto, incidências relativamente altas foram observadas no estudo conduzido por Santos et al. (2009). No primeiro ano de cultivo, os autores encontraram valores de incidência de casca-preta causada por *S. bradys* de 39,48% e 26,98%, com a incorporação ao solo da parte aérea de *C. juncea* e *C. spectabilis*, respectivamente. No segundo ano de cultivo, em 8,33% e 10,42% dos rizóforos, os sintomas foram observados, mesmo depois da incorporação mencionada.

Apesar da comprovada eficiência de *Tagetes* spp. na redução de populações de nematoides (Machado et al., 2007), incluindo *S. bradys* (Claudius-Cole et al., 2016), resultados negativos também foram observados para outros fitonematoides (Hooks et al., 2010).

É importante destacar que, diferentes espécies e cultivares de *Tagetes* podem apresentar respostas distintas ao mesmo nematoide. Prasad e Haque (1982) avaliaram a reação de cultivares de *T. erecta* e *T. patula* a *Meloidogyne incognita* Kofoid & White (Chitwood) e concluíram que, à exceção de *T. erecta* cv. Hawaii e cv. African Marigold, os demais genótipos testados foram considerados resistentes ao nematoide. Além disso, diferentes populações de uma mesma espécie de nematoide podem também apresentar reação diferente com relação à mesma cultivar de *Tagetes*. Em um estudo que envolveu 11 populações de *M. hapla* Chitwood, de várias origens geográficas, apenas quatro foram capazes de se reproduzir em *T. erecta* cv. Carnation (Eisenback, 1987).

**Tabela 1:**

*Densidades populacionais e fatores de reprodução (população final/população inicial) de *Pratylenchus coffeae* e *Scutellonema bradys* observados em raízes e rizóforos de inhame após a incorporação de diferentes adubos verdes ao solo.*

Tratamentos	Densidade populacional						Densidade populacional total		Fator de reprodução	
	<i>Scutellonema bradys</i>			<i>Pratylenchus coffeae</i>			<i>S. bradys</i> + <i>P. coffeae</i>	<i>S. bradys</i>	<i>P. coffeae</i>	
	Raiz <sup>a</sup>	Rizóforo <sup>b</sup>	Raiz+Rizóforo <sup>b</sup>	Raiz <sup>a</sup>	Rizóforo <sup>a</sup>	Raiz+Rizóforo <sup>a</sup>	Raiz+Rizóforo <sup>a</sup>	Raiz+Rizóforo <sup>a</sup>	Raiz+Rizóforo <sup>a</sup>	
Testemunha	236,2 a	160,0 a	336,2 a	2.106,2 b	2.178,8 a	4.285,0 b	4.621,2 b	0,67 a	8,57 b	
<i>Crotalaria juncea</i>	125,0 a	58,8 a	183,8 a	11.566,2 a	24.787,5 a	36.353,8 a	36.537,5 a	0,37 a	72,71 a	
<i>C. spectabilis</i>	170,0 a	38,8 a	208,8 a	13.638,8 a	10.046,2 a	23.685,0 a	23.893,8 a	0,42 a	47,38 a	
<i>C. ochroleuca</i>	27,5 b	93,8 a	121,2 a	5.050,0 b	22.916,2 a	27.966,2 a	28.087,5 a	0,24 a	55,93 a	
<i>Tagetes patula</i>	180,0 a	45,0 a	225,0 a	12.753,8 a	18.580,0 a	31.333,8 a	31.558,8 a	0,45 a	62,67 a	
<i>T. erecta</i>	100,0 a	170,0 a	270,0 a	7.042,5 a	3.522,5 a	10.565,0 a	10.835,0 a	0,54 a	21,13 a	
QMR	0,8212*	48,7547 <sup>ns</sup>	65,7062 <sup>ns</sup>	0,1702**	0,8594 <sup>o</sup>	0,1980**	0,1890**	0,0153 <sup>ns</sup>	0,1702*	
C.V. (%)	56,7	111,1	62,7	11,1	26,8	10,9	10,6	86,0	29,8	

Médias de oito repetições. Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. <sup>a,b</sup>Análise de variância executada com os dados transformados para  $\log x + \sqrt{x}$ , respectivamente; QMR = Quadrado médio do resíduo; \*\*, \*significativo pelo teste F a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente. <sup>ns</sup>, <sup>o</sup>Não significativo para probabilidade maior que 5 e 10% respectivamente, pelo teste F. C.V. = Coeficiente de variação.

O mecanismo pelo qual a incorporação de resíduos vegetais ao solo promove a redução populacional de fitonematoides é complexo. O efeito sinérgico de substâncias nematotóxicas presentes nos tecidos das plantas e o estímulo à ação de micro-organismos antagonísticos aos nematoides, provavelmente, sejam os principais mecanismos de controle envolvidos (Halbrendt & La Mondia, 2004).

Os resultados variáveis encontrados por diferentes autores (McSorley, 2011; Oka, 2010) podem ser atribuídos a vários fatores, dentre os quais, diferenças entre populações de nematoides (puras ou mistas), quantidade do material vegetal empregado, temperatura do solo, idade da planta e época de plantio em relação ao ciclo do nematoide.

## Conclusão

A incorporação ao solo das partes aéreas de espécies de *Crotalaria* e de *Tagetes* não reduziu as densidades populacionais de *S. bradys* e *P. coffeae* em raízes+rizóforos de inhame, em condições de casa de vegetação. A integração do uso de adubos verdes com outras táticas de manejo deve ser considerada em futuros experimentos.

## Agradecimento

À CAPES, pela concessão de bolsa de estudo.

## REFERÊNCIAS

- Araújo, J. J. S., Muniz, M. F. S., Lima, S. S., Moura Filho, G. Souza, J. L. & Ferreira Junior, R. A. (2018). Management of *Pratylenchus coffeae* on banana plantlets by solarization. *Nematropica*, 48(1), 21-26. <https://journals.flvc.org/nematropica/article/view/10692>
- Borges, F. G., Battistus, A. G., Müller, M. A., Mioranza, T. M., & Kuhn, O. J. (2013). Manejo alternativo de nematoides de galha (*Meloidogyne incognita*) em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*). *Scientia Agraria Paranaensis*, 12 (suplemento), 425-433. DOI: 10.18188/1983-1471/sap.v12nsupp425-433
- Claudius-Cole, A. O., Asiedu, R., & Fawole, B. (2016). Tropical cover crops for the management of the yam nematode, *Scutellonema bradys*. *International Journal of Pest Management*, 62(1), 85-91. <https://doi.org/10.1080/09670874.2015.1111465>
- Coolen, W. A., & D'Herde, C. J. (1972). *A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue*. State Agricultural Research Centre.
- Coyne, D., & Affokpon, A. (2018). Nematode parasites of tropical root and tuber crops (excluding potatoes). In: R. A. Sikora, D. Coyne, J. Hallmann, & P. Timper (eds.), *Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture* (pp. 252-258). CABI.
- Eisenback, J. D. (1987). Reproduction of northern root-knot nematode (*Meloidogyne hapla*) on marigolds. *Plant Disease*, 71(3), 281. DOI: 10.1094/PD-710281E
- Ferraz, S., Freitas, L. G., Lopes, E. A., & Dias-Arieira, C. R. (2010). *Manejo sustentável de fitonematoides*. UFV.
- Garrido M. S., Soares, A. C. F., Coimbra, J. L., & Sousa, C. S. (2008). Management of crotalaria and pigeon pea for control of yam nematode diseases. *Summa Phytopathologica*, 34(3), 222-227. <https://doi.org/10.1590/S0100-54052008000300003>.
- Gowen, S. R., Quénehervé, P., & Fogain, R. (2005). Nematode parasites of bananas and plantains. In: M. Luc, R. A. Sikora, & J. Bridge (eds.), *Plant parasitic nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture* (pp. 611-643). CAB International.
- Halbrendt, J. M., & La Mondia, J. A. (2004). Crop rotation and other cultural practices. In: Z. X. Chen, S.Y. Chen, & D.W. Dickson (eds.), *Nematology - advances and perspectives: nematode management and utilization* (pp. 909-930). CABI.

- Hooks, C. R. R., Wang, K-H., Ploeg, A., & McSorley, R. (2010). Using marigolds (*Tagetes* spp.) as cover crop to protect crops from plant-parasitic nematodes. *Applied Soil Ecology*, 46(3), 307-320. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2010.09.005>
- Jenkins, W. R. (1964). A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. *Plant Disease Reporter*, 48(9), 692.
- Kwoseh, C., Plowright, R. A., & Bridge, J. (2002). The yam nematode: *Scutellonema bradys*. In: J. L. Starr, R. Cook & J. Bridge (eds.), *Plant resistance to parasitic nematodes* (pp. 221-228). CAB International.
- Machado, A. C. Z., Motta, L. C. C., Siqueira, K. M. S., Ferraz, L. C. C. B., & Inomoto, M. M. (2007). Host status of green manures for two isolates of *Pratylenchus brachyurus* in Brazil. *Nematology*, 9(6), 799-805. <https://doi.org/10.1163/156854107782331153>
- McSorley, R. (2011). Overview of organic amendments for management of plant-parasitic nematodes, with case studies from Florida. *Journal of Nematology*, 43(2), 69-81. <https://journals.flvc.org/jon/article/view/78307>
- Moura, R. M. Doenças d inhame-da-costa. (2016). In: L. Amorim, J. A. M. Rezende, A. Bergamin Filho, & L. E. A. Camargo (eds.), *Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas* (pp. 477-483). Agronômica Ceres.
- Oka, Y. (2010). Mechanisms of nematode suppression by organic soil amendments – A review. *Applied Soil Ecology*, 44(2), 101-115. DOI:[10.1016/j.apsoil.2009.11.003](https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2009.11.003)
- Oostenbrink, M. (1966). *Major characteristics of the relation between nematodes and plants*. Mededelingen Landbouwhogeschool.
- Osei, K., Otoo, E., Danso, Y., Adomako, J., Agyeman, A., & Asante, J. S. (2013). Organic soil amendments in nematode management in yam production. *Nematropica*, 43(1), 78-82. <https://journals.flvc.org/nematropica/article/view/82435>
- Pinheiro, J. B. (2017). *Nematoides em hortaliças*. Embrapa.
- Ploeg, A. T. (2000). Effects of amending soil with *Tagetes patula* cv. Single Gold on *Meloidogyne incognita* infestation of tomato. *Nematology*, 2(5), 489-493. DOI:[10.1163/156854100509394](https://doi.org/10.1163/156854100509394)
- Prasad, D. & Haque, M. M. (1982). Reaction on varieties of marigold against root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*. *Indian Journal of Nematology*, 12(2), 418-419.
- Wang, K. -H., Sipes, B. S., & Schmit, D. P. (2002). Crotalaria as a cover crop for nematode management: A review. *Nematropica*, 32(1), 35-37. <https://journals.flvc.org/nematropica/article/view/>.