

RESEARCH/INVESTIGACIÓN

MANEJO DE *PRATYLENCHUS ZEA* POR PLANTAS ANTAGONISTAS, EM SOLOS DE ÁREAS DE CULTIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR

Simone de Melo Santana*, Claudia Regina Dias-Arieira, Fabio Biela, Tatiana Pagan Loeiro da Cunha, Fernando Marcelo Chiamolera, Heriksen Higashi Puerari e Lais Fernanda Fontana

State University of Maringá, Umuarama Regional Campus, Department of Agriculture, C.P. 65; CEP 87501-970; Umuarama, PR, Brazil. *Corresponding author: simonica86@hotmail.com

ABSTRACT

Santana, S. M., C. R. Dias-Arieira, F. Biela, T. P. L. Cunha, F. M. Chiamolera, H. H. Puerari, and L. F. Fontana. 2012. Root-lesion nematodes management with antagonistic plants in sugarcane growing areas. *Nematropica* 42:63-71.

Despite the increased cultivation of sugar cane in recent years, *Pratylenchus zae* has been an important limiting factor in their productivity. Thus, the aim of this study was to evaluate the efficiency of antagonistic plants in controlling *Pratylenchus zae* in sugarcane growing areas with naturally infested soils. For this purpose, soil of two different types (clay and sandy) from three sugarcane growing areas, was collected and put into 3.5 L pots. The maize cv. PL 6880 was grown in pots for two months to allow nematode multiplication. This was followed by multiplication on sugarcane cv. RB72454 for another 60 days prior to nematode quantification in the soil and root system. Then, the pots received the antagonistic plants (*Cajanus cajan*, *Crotalaria spectabilis* and *Stizolobium aterrimum*) was planted in each pot, and maize was used as control. After 60 and 110 days, the nematode population was reassessed. After this, sugarcane was planted, to evaluate the residual effect of the treatments. The experiment was conducted in a factorial arrangement 4x3x2: four plant species, three types of soil and two cultivation periods, with four replicates. There was no observed interaction between these factors. A reduction in the *P. zae* population was observed for *C. cajan* and *C. spectabilis*, regardless of the soil type or cultivation period. Despite reducing nematode numbers when compared with the control, *S. aterrimum* produced a reproduction factor greater than one in the two cultivation periods, in the clay soil, and after 110 days of cultivation in a sandy soil. Sugarcane planted in sandy soil after the antagonists had higher nematode numbers than the control plants. Thus, *C. cajan* and *C. spectabilis* can be used in crop rotation to control *P. zae*. The use of *S. aterrimum* requires caution.

Key words: crop rotation, management, pigeon pea, root-lesion nematode, sunn plant, velvet bean.

RESUMO

Santana, S. M., C. R. Dias-Arieira, F. Biela, T. P. L. Cunha, F. M. Chiamolera, H. H. Puerari, e L. F. Fontana. 2012. Manejo de *Pratylenchus zae* por plantas antagonistas, em solos de áreas de cultivo de cana-de-açúcar. *Nematropica*. 42:63-71.

Apesar do aumento do cultivo da cana-de-açúcar nos últimos anos, *Pratylenchus zae* tem sido um importante limitador de sua produtividade. Sendo assim, o trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de plantas antagonistas no controle de *P. zae* em cana-de-açúcar, em solos naturalmente infestados. Para isto, coletaram-se dois solos arenosos e um argiloso de áreas cultivadas com cana-de-açúcar, depositando-os em vasos de 3,5 L. O milho cv. PL 6880 foi cultivado nos vasos por dois meses para possibilitar a multiplicação dos nematoides. Após este período, foi cultivada a cana-de-açúcar cv. RB72454. Decorridos 60 dias, foi quantificada a população inicial dos nematoides presentes no solo e na raiz. Em seguida, os vasos receberam as plantas antagonistas (*Cajanus cajan*, *Crotalaria spectabilis* e *Stizolobium aterrimum*), sendo o milho usado como testemunha. Após 60 e 110 dias do cultivo, a população dos nematoides foi novamente avaliada. Em seguida, cultivou-se a cana-de-açúcar para avaliar o efeito residual dos tratamentos. O experimento foi em fatorial 4x3x2, sendo quatro espécies vegetais, três tipos de solo e duas épocas de permanência, com quatro repetições. Não foi verificada a interação entre os fatores. Observou-se que *C. cajan* e *C. spectabilis* reduziram a população de *P. zae*, independente do tipo de solo e do período de permanência. *Stizolobium aterrimum*, apesar de ter reduzido a população do nematoide quando comparada com a testemunha, apresentou um fator de reprodução superior a um, nos dois períodos de permanência no solo argiloso e, após 110 dias de cultivo, no solo arenoso de Perobal. As plantas de cana-de-açúcar, cultivadas após as antagonistas nos solos arenosos, eram mais altas do que as plantas testemunha. Dessa forma, *C. cajan* e *C. spectabilis* podem ser utilizadas em rotação de culturas para o controle de *P. zae*. Quanto à *S. aterrimum*, o emprego da mesma exige cautela.

Palavras-chave: crotalária, gandu, mucuna-preta nematoide das lesões radiculares, rotação de culturas

INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) é monocultivada em diferentes regiões do Brasil e um dos indicadores do desequilíbrio deste agroecossistema é a presença de fitonematoides limitando a produtividade (Rossi e Lima, 2007). O fato de a cultura ser cultivada quase que continuamente, com poucos meses de pausa entre a remoção da soca e o replantio, favorece o desenvolvimento de populações elevadas de espécies selecionadas destes parasitos (Cadet e Spaull, 2005). A diversidade de nematoides em cana-de-açúcar é maior que na maioria de outras culturas, com mais de 310 espécies de 48 gêneros endo e ectoparasitos. No entanto, as mais frequentemente citadas como de alta patogenicidade são *Pratylenchus zae* Graham, 1951, *Meloidogyne incognita* (Kofoid e White, 1919) Chitwood, 1949 e *M. javanica* (Treub, 1885) Chitwood, 1949.

Elevadas populações destes nematoides têm sido relatadas em áreas de produção comercial de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo (Novaretti *et al.*, 1998, Dinardo-Miranda *et al.*, 2003). Em solos arenosos do noroeste do Paraná, os nematoides do gênero *Pratylenchus*, nematoide das lesões radiculares, estavam presentes em 85,3% das amostras; destes, a espécie *P. zae* foi encontrada em 73% do material avaliado (Severino *et al.*, 2010).

Meloidogyne javanica e *P. zae* causam, em média, 20 a 30% de redução de produtividade, no primeiro corte de variedades suscetíveis, enquanto *M. incognita* pode ocasionar perdas maiores, ao redor de 40% (Dinardo-Miranda, 2005). Em casos de variedades muito suscetíveis e níveis populacionais muito altos, as perdas provocadas por nematoides podem chegar a 50% da produtividade, somente na cana-planta. Deve-se, entretanto, somar a esse dano àqueles ocorrentes nas socas subsequentes que, embora menores, são também significativos, podendo atingir valores entre 10 e 20 t ha⁻¹ por corte, o que reduz drasticamente a longevidade das soqueiras (Bond *et al.*, 2000; Dinardo-Miranda *et al.*, 2000; Barros *et al.*, 2005).

O controle de fitonematoides em cana-de-açúcar é complexo e requer a adoção de um sistema de manejo integrado. O uso de variedades resistentes é a estratégia mais desejada, no entanto, ainda são escassas no mercado variedades comerciais resistentes às espécies importantes para a cultura (Dinardo-Miranda, 2005).

No que tange ao uso de nematicidas, diversas pesquisas têm mostrado que o uso destes produtos tem promovido incrementos significativos de produtividade de cana-de-açúcar, variando de 29 a 40 T ha⁻¹, nas parcelas tratadas com carbofuran ou aldicarb (Barros *et al.*, 2000; Bond *et al.*, 2000; Dinardo-Miranda e Garcia, 2002; Dinardo-Miranda *et al.*, 2008). Apesar dos nematicidas serem o método de controle mais comumente utilizado, em alguns casos a relação custo/benefício não é vantajosa, além de poder causar sérios problemas à saúde humana e contaminar o meio

ambiente. (Dias-Arieira e Barizão, 2010; Embrapa clima temperado, 2005).

Assim, a rotação de culturas com plantas não hospedeiras ou antagonistas, com destaque para as leguminosas, deve ser vista como uma das principais alternativas para manejo de nematoides (Ferraz *et al.*, 2010), uma vez que, além de promover a redução nas populações destes organismos, contribuem para a melhoria das características gerais do solo (Anselmi, 2009). De acordo com Silveira e Rava (2004), algumas leguminosas tropicais, além de controlarem os nematoides, podem também ser utilizadas como adubo verde, cobertura morta, na fixação de nitrogênio e na reciclagem de nutrientes, melhorando assim as características químicas, físicas e biológicas do solo (Espindola e Feiden, 2004).

Algumas espécies são comprovadamente eficientes em controlar a população destes patógenos, como as crotalárias e mucunas (Rodríguez-Kábana *et al.*, 1992; Barbosa *et al.*, 1999; Wang *et al.*, 2002; Calabria *et al.*, 2010; Santana *et al.*, 2010). Estudando o efeito de seis adubos verdes sobre *M. javanica* e *P. brachyurus*, Inomoto *et al.* (2006) concluíram que guandu anão (*Cajanus cajan* (L.) Mill), crotalária (*Crotalaria breviflora* DC. e *C. spectabilis* Roth) e mucuna-preta (*Stizolobium aterrimum* Piper e Tracy) diminuíram a população de *M. javanica*, enquanto guandu anão, *C. breviflora* e *C. spectabilis* reduziram também a população de *P. brachyurus*.

Apesar desses resultados, são escassos os trabalhos visando o estudo da atividade destas plantas sobre a população de *P. zae*. O presente trabalho teve assim, como objetivo, avaliar o efeito da rotação de cultura em cana-de-açúcar com plantas antagonistas, sobre a população de *P. zae*, em três solos naturalmente infestados, visando empregar esta prática de controle no manejo integrado de *P. zae* em áreas de cultivo de cana-de-açúcar.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização do trabalho, foram selecionadas três áreas (duas com solo de textura arenosa, obtidas nos municípios de Perobal e Umuarama e outra com solo argiloso, advinda de Iguatemi, distrito de Maringá), regiões localizadas no noroeste do Paraná, Brasil, com histórico de cultivo de cana-de-açúcar e presença de *P. zae*. Foram encaminhadas amostras de solo ao laboratório de solos da Universidade Estadual de Maringá, para análise química e física.

Em cada área foram coletados aproximadamente 300 L de solo, que foram trazidos à casa-de-vegetação da Universidade Estadual de Maringá, Campus Regional de Umuarama, homogeneizados e depositados em vasos com capacidade para 3,5 L. Cada vaso recebeu duas plântulas de milho cultivar PL 6880 onde permaneceram por dois meses, para reprodução dos fitonematoides. Ao término desse período, descartou-se a parte aérea destas plantas e procedeu-se, em cada

vaso, o plantio de duas plântulas de cana-de-açúcar variedade RB72454, as quais foram obtidas de toletes com uma gema colocados em germinador elétrico, por uma semana.

Após 60 dias de cultivo, a parte aérea das plantas foi descartada e retirou-se, de cada vaso, um volume de 100 cm³ de solo e o sistema radicular de uma das plantas, para avaliação da população de *P. zae*; o solo e as raízes foram submetidos às metodologias de Jenkins (1964) e de Hussey e Barker (1973), adaptada por Boneti e Ferraz (1981), respectivamente. As suspensões das amostras obtidas foram avaliadas sob microscópio óptico, utilizando lâmina de Peters, para a determinação da população inicial (Pi) dos nematoides presentes, com base no nº de indivíduos de *P. zae* no solo e nas raízes.

Após ter sido retirada a cana-de-açúcar, cada vaso recebeu duas plântulas das espécies antagonistas: *S. aterrimum*, *C. spectabilis* e *C. cajan*, que permaneceram por 60 e 110 dias, caracterizando dois períodos de permanência. Vasos com milho foram usados como testemunha. Decorridos estes períodos, solo e raiz foram coletados e processados conforme descrito anteriormente, determinando-se a população final do nematoide (Pf = Psolo + Praiz). Os valores obtidos foram plotados na fórmula $FR = (Pf/Pi)$, onde FR corresponde ao fator de reprodução do fitonematoide, sendo consideradas resistentes as plantas em que o nematoide apresentou $FR < 1$, imunes se $FR = 0$ e suscetíveis quando $FR > 1$ (Oostenbrink, 1966).

Em seguida, duas plântulas de cana-de-açúcar foram transplantadas para cada vaso, para avaliação do efeito residual das plantas antagonistas sobre a população de nematoide no solo e o desenvolvimento da cultura (bioteste). Após 90 dias de cultivo, foi determinada a população de nematoide no sistema radicular e no solo, bem como a altura das plantas, medida da base do caule até a maior folha presente.

O experimento foi conduzido no período de julho/2009 a agosto/2010. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 4x3x2 (quatro espécies de plantas, três tipos de solos e duas épocas de permanência), com quatro repetições. Os dados obtidos foram submetidos a uma análise de variância, em esquema fatorial, cujas médias foram posteriormente comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, no programa estatístico SISVAR. Com o intuito de avaliar o efeito do tempo de permanência das antagonistas sobre a população de nematoides, as médias obtidas em cada tipo de solo foram comparadas pelo teste T.

RESULTADOS

A avaliação das populações iniciais de nematoides mostraram a predominância de *P. zae* nos solos utilizados no presente estudo. A presença de *Helicotylenchus* spp. foi constatada em algumas amostras, porém, em números muito reduzidos e

inconstantes (média da população variando de 14 a 19 espécimes), cuja análise estatística não foi significativa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

De acordo com a análise química (Tabela 4), os solos apresentaram saturação por bases (V%) inferior a 50%, característico de solos pouco férteis. Entretanto, no solo de Iguatemi, de textura argilosa, os níveis dos nutrientes foram superiores aos níveis encontrados nos solos arenosos.

A análise da interação entre os fatores plantas antagonistas, tipos de solo e períodos de permanência sobre a população de *P. zae*, não foi significativa, o que permitiu os estudos dos mesmos separadamente. Através do teste T verificou-se que o período de permanência das plantas antagonistas não afetou significativamente a população de *P. zae*, independente do tipo de solo (dados não apresentados).

Na tabela 1, correspondente ao solo argiloso, pode-se observar que não houve diferença significativa da população inicial entre os tratamentos, nas duas épocas de permanência. Aos 60 dias de cultivo observou-se que as plantas antagonistas *C. cajan* e *C. spectabilis* apresentaram expressiva redução populacional ($FR < 0,20$), quando comparadas à testemunha ($FR = 36,40$), enquanto *S. aterrimum* possibilitou a multiplicação de *P. zae* ($FR = 1,76$). No cultivo por 110 dias, a crotalária e guandu mais uma vez mostraram efeitos pronunciados na redução populacional do nematoide, com FR variando de 0,06 a 0,16. O FR observado quando se cultivou a mucuna-preta foi de 16,69 e no milho, 20,40.

A população de *P. zae*, presente no solo e na raiz da cana-de-açúcar, cultivada por 90 dias, e a altura da mesma, avaliadas no bioteste, não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos, nos dois períodos de permanência (Tabela 1).

No solo arenoso proveniente de Umuarama, as médias populacionais iniciais de *P. zae* dos tratamentos também não apresentaram diferenças significativas, em ambos os períodos de permanência (Tabela 2). A população de *P. zae* nas plantas antagonistas foi estatisticamente inferior a testemunha, em ambos os períodos de permanência, com FR iguais a 10,29 e 21,34, para 60 e 110 dias de cultivo, respectivamente, enquanto o FR das antagonistas variou de 0 a 0,08 (Tabela 2).

No bioteste, as médias populacionais de *P. zae*, encontradas nos tratamentos não foram significativas, nos dois períodos de cultivo das espécies antagonistas. O mesmo aconteceu para a variável altura, avaliada na cana-de-açúcar, para o período de 60 dias de cultivo. Contudo, quando as três espécies antagonistas foram cultivadas por um período mais longo, de 110 dias, as plantas de cana-de-açúcar apresentaram-se mais altas (Tabela 2).

Para o solo arenoso proveniente de Perobal, as médias da população inicial dos tratamentos não foram significativas, em ambas as épocas de permanência (Tabela 3). As médias populacionais após 60 e 110

Tabela 1. População inicial (Pi) de *Pratylenchus zaei* em cana-de-açúcar cultivada por 60 dias; população após 60 e 110 dias de cultivo das plantas antagonistas (Pf), fator de reprodução (FR) do nematoide; população do nematoide (Pb) e altura da cana-de-açúcar cultivada por 90 dias, após as antagonistas, em solo argiloso, naturalmente infestado, de Iguatemi – PR.

Tratamento	Pi	Pf	FR*	Pb	Altura (m)
60 dias					
Milho	824,75 ^{ns}	30.022,50 a	36,40	2.401,25 ^{ns}	1,10 ^{ns}
Crotalária	1.146,00	147,50 b	0,13	121,00	1,03
Guandu	2.474,75	137,50 b	0,06	385,00	1,13
Mucuna	1.138,00	2.008,75 b	1,76	710,00	1,04
CV (%)	94,22	133,54		194,81	8,74
110 dias					
Milho	2.485,50 ^{ns}	50.702,50 a	20,40	915,75 ^{ns}	0,94 ^{ns}
Crotalária	1.279,25	78,75 b	0,06	55,50	0,93
Guandu	1.495,25	240,00 b	0,16	200,50	1,36
Mucuna	645,50	10.775,00 b	16,69	1.292,50	1,05
CV (%)	80,29	85,65		122,04	25,05

*FR = Fator de reprodução: População final nas antagonistas (Pf)/população inicial (Pi).

ns = não significativo a 5% de probabilidade. Dentro de cada época as médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV (%) = Coeficiente de variação.

Tabela 2. População inicial (Pi) de *Pratylenchus zaei* em cana-de-açúcar, cultivada por 60 dias; população após 60 e 110 dias de cultivo das plantas antagonistas (Pf), fator de reprodução (FR) do nematoide; população do nematoide (Pb) e altura da cana-de-açúcar cultivada por 90 dias, após as antagonistas, em solo arenoso, naturalmente infestado, do município de Umarama – PR.

Tratamento	Pi	Pf	FR*	Pb	Altura (m)
60 dias					
Milho	895,00 ^{ns}	9.206,25 a	10,29	1.755,00 ^{ns}	0,85 ^{ns}
Crotalária	1.236,00	30,00 b	0,02	70,00	1,06
Guandu	595,25	45,25 b	0,08	172,50	0,82
Mucuna	1.611,75	0,00 b	0,00	125,00	0,93
CV (%)	75,68	175,90		181,79	21,01
110 dias					
Milho	1.740,50 ^{ns}	37.142,50 a	21,34	503,50 ^{ns}	0,69 b
Crotalária	1.155,50	100,00 b	0,09	814,00	0,95 a
Guandu	1.813,50	0,00 b	0,00	115,50	0,96 a
Mucuna	845,25	87,50 b	0,10	32,25	0,95 a
CV (%)	83,80	55,43		126,26	10,78

*FR = Fator de reprodução: População final nas antagonistas (Pf)/população inicial (Pi).

ns = não significativo a 5% de probabilidade. Dentro de cada época, as médias seguidas pela mesma letra, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV (%) = Coeficiente de variação.

Tabela 3. População inicial (Pi) de *Pratylenchus zaei* em cana-de-açúcar, cultivada por 60 dias; população após 60 e 110 dias de cultivo das plantas antagonistas (Pf); fator de reprodução (FR) do nematoide; população do nematoide (Pb) e altura da cana-de-açúcar cultivada por 90 dias, após as antagonistas (PB), em solo arenoso, naturalmente infestado, do município de Perobal – PR.

Tratamento	Pi	Pf	FR*	Pb	Altura (m)
60 dias					
Milho	3.691,00 ^{ns}	33.261,50 a	9,01	1.582,50 ^{ns}	0,91 b
Crotalária	2.932,50	31,00 b	0,01	485,00	1,01 ab
Guandu	1.280,50	30,00 b	0,02	1.000,00	1,15 a
Mucuna	2.183,75	60,00 b	0,03	816,25	0,93 ab
CV (%)	80,64	71,88		101,75	11,02
110 dias					
Milho	2.885,00 ^{ns}	16.050,00 a	5,56	641,50 ^{ns}	0,64 b
Crotalária	4.717,50	717,50 b	0,15	419,75	0,92 a
Guandu	2.235,50	245,00 b	0,11	9,25	0,99 a
Mucuna	1.908,25	2.940,00 b	1,54	15,75	0,92 a
CV (%)	119,81	66,72		157,46	10,07

*FR = Fator de reprodução: População final nas antagonistas (Pf)/população inicial (Pi).

ns = não significativo a 5% de probabilidade. Dentro de cada época, as médias seguidas pela mesma letra, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV (%) = Coeficiente de variação.

Tabela 4. Resultado da análise química e granulométrica dos solos de Iguatemi e dos municípios de Umuarama e Perobal, infestados naturalmente com *Pratylenchus zaei*.

Análise química								
Localização	pH H ₂ O	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	P	C	V
		cmol _c · dm ⁻³				mg · dm ⁻³	g · dm ⁻³	%
Iguatemi	5,20	0,60	2,34	0,94	1,33	30,20	15,26	42,72
Umuarama	5,40	0,10	1,04	0,24	0,12	86,20	3,52	33,90
Perobal	5,20	0,30	0,69	0,11	0,12	13,30	3,13	25,21
Análise granulométrica								
Localização	Areia grossa	Areia fina		Silte	Argila			
	%							
Iguatemi	9	6		8	77			
Umuarama	27	63		1	9			
Perobal	17	74		2	7			

Fonte: Laboratório de análise de solo - UEM/Maringá, 2009.

Ca, Mg, Al - extraídos com KCl 1mol L⁻¹; P, K - extraídos com Mehlich 1; H+Al- método SMP; C - método Walkley e Black.

dias de cultivo das plantas antagonistas diferiram estatisticamente da testemunha reduzindo, de forma semelhante, a população de *P. zae*. Os FR das testemunhas foram superiores a cinco, enquanto que para crotalaria e guandu não ultrapassaram 0,15. Já a mucuna-preta apresentou comportamento diferenciado das mesmas. Quando cultivada por 60 dias, comportou-se como resistente (FR=0,03) a *P. zae*, mas quando cultivada por 110 dias, foi suscetível (FR=1,54).

As populações do fitonematoide no bioteste não diferiram significativamente entre os tratamentos, em ambos os períodos de permanência (Tabela 3). Houve aumento significativo na altura da cana-de-açúcar cultivada após 60 dias de permanência do guandu (1,15 m) quando comparada com a testemunha (0,91 m). Para o período de 110 dias, a cana-de-açúcar cultivada em sucessão ao milho apresentou altura (0,64 m) estatisticamente inferior aos demais tratamentos, os quais não diferiram significativamente entre si (Tabela 3).

Apesar dos solos utilizados para a realização do trabalho apresentarem características químicas e físicas diferenciadas (Tabela 4), não exerceram efeito de interação nas médias populacionais obtidas nos tratamentos.

DISCUSSÃO

De acordo com a avaliação das populações iniciais, houve predominância de *P. zae* relativamente aos outros nematoides nas amostras. A alta patogenicidade desta espécie à cana-de-açúcar e as perdas no rendimento da cultura já foram comprovadas em diversos trabalhos (Sundararaj e Mehta, 1994; Dinardo-Miranda *et al.*, 2004; Barros *et al.*, 2005; Moura e Oliveira, 2009). Além disto, em algumas cultivares, a ocorrência do nematoide afetou a qualidade da cana, como Brix e sacarose (Sundararaj e Mehta, 1994).

Observou-se que não houve diferença estatística da população inicial das amostras estudadas neste trabalho (Tabelas 1, 2 e 3), demonstrando a homogeneização adequada e, conseqüentemente, a uniformidade das populações em cada tipo de solo.

O cultivo de crotalaria, independente do tipo de solo, reduziu significativamente a população de *P. zae* após 60 ou 110 dias de cultivo, com FR variando de 0,01 a 0,15, enquanto a testemunha apresentou valores sempre superiores a 5,56. Corroboram estes resultados ao trabalho de Oliveira *et al.* (2008), no qual os autores observaram que o sistema de cultivo rotacionado cana-crotalaria-cana, adotado em um solo naturalmente infestado com população mista de *Pratylenchus* (*P. zae* e *P. brachyurus*), no município de Goianésia (GO), reduziu as populações do patógeno em até 48%, mantendo-as em níveis relativamente mais baixos e por um período mais prolongado, de aproximadamente quatro meses, em relação aos demais sistemas avaliados.

Um dos primeiros estudos da reação de *C. spectabilis*

a *P. zae* e *P. brachyurus* foi feito por Endo (1959), no qual os autores verificaram que esta espécie possibilitou a reprodução de *P. brachyurus*, mas reduziu a de *P. zae*. Silva *et al.* (1989) avaliaram a reação de dez espécies de crotalaria a *P. zae* e *P. brachyurus* e observaram que *P. zae* reproduziu-se na espécie *C. breviflora* e manteve a população constante em *C. spectabilis*, visto que a população inicial e final era praticamente a mesma. Além do efeito direto do cultivo sobre a população de nematoides, há relato de que a palhada de *C. spectabilis* reduziu o número de nematoides na raiz do feijoeiro, especialmente do gênero *Pratylenchus* (Silveira e Rava, 2004). Além do manejo de *P. zae*, a rotação de cana-de-açúcar com crotalaria traz ainda outros benefícios, como o controle dos nematoides das galhas (*M. incognita* e *M. javanica*) (Inomoto *et al.*, 2006; Inomoto *et al.* 2008), que juntamente com *P. zae*, são apontados como limitantes da produtividade da cultura. Soma-se a isto, eficiência na fixação biológica de nitrogênio, que para esta leguminosa chega a atingir até 450 kg N ha⁻¹ ano⁻¹, produzindo cerca de 30 T ha⁻¹ de fitomassa verde (Wutke, 1993), melhorando assim as características químicas, físicas e biológicas do solo (Espindola e Feiden, 2004).

A mucuna-preta apresentou comportamento variável. Apesar da população de *P. zae* ter sido inferior à testemunha após o cultivo desta leguminosa em todos os tipos de solo, o fator de reprodução foi inconstante. No solo argiloso esta planta possibilitou a reprodução de *P. zae*, com FR variando de 1,76 a 16,69, após 60 e 110 dias de cultivo, respectivamente (Tabela 1). Por outro lado, nas amostras dos solos arenosos os FR foram inferiores, variando de 0,00 a 1,54. Como os nematoides apresentam capacidade de disseminação limitada, é comum a ocorrência de variações intraespecíficas, que já foram demonstradas para diferentes espécies de *Pratylenchus* (De Waele e Elsen, 2002; Duncan e Moens, 2006). Tal variação pode ser expressa por raças, patótipos ou biótipos já presentes em populações no campo ou através de mutação, recombinação ou outros processos genéticos (De Waele e Elsen, 2002), hipótese que pode explicar a discordância dos resultados.

Arim *et al.* (2006) constataram que o consórcio entre milho e *S. aterrimum* reduziu a população de *P. zae* nas raízes de milho em até 32%. Já a severidade de nematoses (determinada por índice de necrose) nesses sistemas consorciados foi reduzida em até 26%. Os autores atribuíram as baixas populações de nematoides e a baixa severidade da doença à produção de compostos nematocidas presentes nesta planta que afetaram a capacidade do nematoide de infectar, reproduzir e prejudicar as plantas, características também observadas por outros autores (Marisa *et al.*, 1996; Chitwood, 2002).

Em outro trabalho, o cultivo de mucuna por três meses, seguido de três meses de crotalaria, e o tratamento inverso, promoveu reduções de até 100% na reprodução de *P. zae* em áreas naturalmente infestadas no Estado de Pernambuco (Moura e Oliveira, 2009).

Por outro lado, Aguilera *et al.* (1988) observaram que a população de *Pratylenchus* spp. aumentou após três e seis meses de cultivo de cana-de-açúcar em áreas rotacionadas com *S. aterimum*. Inomoto *et al.* (2006) também observaram a suscetibilidade de mucuna à *P. brachyurus*, com FR igual a 14,35 e 8,73, respectivamente, para mucuna-preta e mucuna cinza, após 63 dias de inoculação.

Desta forma, apesar da comprovada eficiência da mucuna em controlar os principais nematoides das galhas (Barbosa *et al.*, 1999; Ferraz *et al.*, 2003; Inomoto *et al.*, 2006) é necessário cautela e estudos complementares a respeito da eficiência desta planta sobre os nematoides de lesões radiculares, principalmente envolvendo populações de nematoides oriundas de diferentes regiões.

Quanto ao guandu, os resultados observados foram semelhantes aos obtidos para crotalária visto que, independente do tipo de solo ou do tempo de permanência, as populações de *P. zae* foram significativamente reduzidas. A resistência de guandu a *P. zae* foi anteriormente comprovada por Jones e Hillocks (1995), em um trabalho conduzido na África. No Brasil, a utilização de guandu em áreas de reforma de canavial possibilitou a redução da população de *Pratylenchus* spp. (Aguilera *et al.*, 1988). Porém, é importante salientar que para outras espécies de nematoides de lesões radiculares, os estudos indicaram reação variável de cultivares de guandu (Inomoto *et al.*, 2006). Em tal trabalho, os pesquisadores observaram que o guandu cv. Fava Larga comportou-se como suscetível a *P. brachyurus*, com FR = 1,57, enquanto o guandu anão cv. Iapar 43 foi resistente, com FR=0,68.

A realização do bioteste neste trabalho teve como objetivo avaliar um possível efeito residual das plantas testadas sobre a população remanescente de nematoides no solo. Contudo, não se observou diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos. O número de nematoides recuperados (solo + raiz) após o bioteste foi muito baixo. Uma hipótese que explica este resultado é a retirada do sistema radicular das plantas para as avaliações laboratoriais, o que promoveu a remoção de grande parte de espécimes do fitoparasita presente nas unidades experimentais, visto tratar-se de um nematoide endoparasita migrador (Cadet e Spaul, 2005).

Nos solos arenosos o cultivo das antagonistas propiciou aumentos significativos na altura da cana de açúcar (Tabelas 2 e 3). Tal resultado pode ser explicado pelos benefícios do cultivo das leguminosas, as quais são, geralmente, as plantas mais utilizadas na adubação verde, devido ao aumento do teor de nitrogênio do solo por fixação biológica e ainda por contribuir na reciclagem de nutrientes (Alcântara, 2000), melhorando assim as características do solo (Espíndola e Feiden, 2004), expresso, principalmente, naqueles de baixa fertilidade. (Tabela 4).

No presente trabalho não houve interação entre os tipos de solo e os resultados obtidos, o que também

já foi observado por Moura e Oliveira (2009), quando trabalharam com rotação entre leguminosas e cana-de-açúcar e outras práticas de manejo em diferentes ambientes edáficos no Estado de Pernambuco, tendo concluído que o solo não influenciou os resultados obtidos para o controle de *P. zae*.

Observou-se ainda, neste estudo, que o período de permanência das antagonistas não afetou significativamente a população de *P. zae*, independente do tipo de solo. Esta informação é importante, visto que pode ser um indicativo de que o período de rotação pode ser reduzido, viabilizando um menor tempo para a reforma do canavial. Por outro lado, por se tratar de resultados de casa-de-vegetação, embora trabalhando com solo naturalmente infestado, é preciso cautela ao extrapolá-los para o campo, sendo necessários trabalhos complementares em condições naturais.

De acordo com o presente estudo pode-se concluir que crotalária e guandu foram plantas eficientes para o controle populacional de *P. zae*, após 60 e 110 dias de cultivo, independente do tipo de solo onde foram cultivadas. É necessário cautela e estudos complementares a respeito da eficiência da mucuna-preta sobre os nematoides das lesões radiculares, principalmente envolvendo populações de nematoides oriundas de diferentes regiões e em diferentes tipos de solo.

LITERATURA CITADA

- Aguilera, M. M., M. A. Pizanno, L. A. Matthiesen, and N. Degaspari. 1988. Influência de leguminosas sobre nematoides parasitos em áreas de reforma de cana-de-açúcar. P. 15 in Congresso Brasileiro de Nematologia. Dourados: Embrapa-UEPAE/SBN.
- Alcântara, F. A. 2000. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um Latossolo vermelho escuro degradado. Pesquisa Agropecuária Brasileira 35:277-288.
- Anselmi, R. 2009. Palha, rotação e adubos verdes integram manejo sustentável. JornalCana. 182: 33-42.
- Arim, O. J., J. W. Waceke, S. W. Waudu, and J. W. Kimenju. 2006. Effects of *Canavalia ensiformis* and *Mucuna pruriens* intercrops on *Pratylenchus zae* damage and yield of maize in subsistence agriculture. Plant Soil 284:243-251.
- Barbosa, L. C. A., F. E. Barcelos, A. J. Demuner, and M. A. Santos. 1999. Chemical constituents from *Mucuna aterrima* with activity against *Meloidogyne incognita* and *Heterodera glycines*. Nematropica 29:81-88.
- Barros, A. C. B., R. M. Moura, and E. M. R. Pedrosa. 2000. Aplicação de terbufos no controle de *Meloidogyne incognita* raça 1 e *Pratylenchus zae* em cinco variedades de cana-de-açúcar no Nordeste. Parte 1 – Efeitos na cana planta. Nematologia Brasileira 24:73-78.
- Barros, A. C. B., R. M. Moura, and E. M. R. Pedrosa.

2005. Estudo de interação variedade-nematicida em cana-de-açúcar, em solo naturalmente infestado por *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *Pratylenchus zaei*. *Nematologia Brasileira* 29:39-46.
- Bond, J. P., E. C. McGawley and J. W. Hoys. 2000. Distribution of plant-parasitic nematodes on sugarcane in Louisiana and efficacy of nematicides. *Journal of Nematology* 32:493-501.
- Boneti, J. I. S., and S. Ferraz. 1981. Modificação do método de Hussey e Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* de raízes de cafeeiro. *Fitopatologia Brasileira* 6:553.
- Cadet, P., and V. Spaull. 2005. Nematode parasites of sugarcane. Pp. 645-674. in M. Luc, R. A. Sikora, and J. Bridge, eds. *Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture*. Wallingford: CAB International.
- Calabria, Z. K. P., G. A. Gomes Filho, R. A. Silva, and L. D. Amorim. 2010. Efeito de sete coberturas vegetais na supressão de *Pratylenchus brachyurus* no solo. P. 4 in Congresso Brasileiro de Fitopatologia. Cuiabá: Sociedade Brasileira de Fitopatologia.
- Chitwood, D. J. 2002. Phytochemical based strategies for nematode control. *Annual Review Phytopathology* 40:221-249.
- De Waele, D., and A. Elsen. 2002. Migratory endoparasites: *Pratylenchus* and *Radopholus* Species. Pp. 175-206. in J. L. Starr, R. Cook, and J. Bridge, eds. *Plant resistance to parasitic nematodes*. Wallingford: CAB International.
- Dias-Arieira, C. R., and D. A. O. Barizão. 2010. Canaviais infestados. *Revista Cultivar -Grandes Culturas* 1:12-14.
- Dinardo-Miranda, L. L. 2005. Manejo de nematoides em cana-de-açúcar. *JornalCana* 141:64-69.
- Dinardo-Miranda, L. L., and V. Garcia. 2002. Efeito da época de aplicação de nematicidas em soqueira de cana-de-açúcar. *Nematologia Mediterrânea* 26:65-67.
- Dinardo-Miranda, L. L., V. Garcia, and C. Menegatti. 2000. Controle químico de nematoides em soqueiras de cana-de-açúcar. *Nematologia Brasileira* 24:55-58.
- Dinardo-Miranda, L. L., J. P. Pivetta, and J. V. Fracasso. 2008. Influência da época de aplicação de nematicidas em soqueiras sobre as populações de nematoides e a produtividade da cana-de-açúcar. *Bragantia* 67:179-190.
- Dinardo-Miranda, L. L., M. A. Gil, V. Garcia, and A. L. Coelho. 2004. Produtividade de variedades de cana-de-açúcar em plantio de ano com nematicidas em área infestada com *Pratylenchus zaei*. *Nematologia Brasileira* 28:23-26.
- Dinardo-Miranda, L. L., M. A. Gil, A. L. Coelho, V. Garcia, and C. C. Menegatti. 2003. Efeito da torta de filtro sobre as infestações de nematoides e a produtividade da cana-de-açúcar. *Nematologia Brasileira* 27:61-67.
- Duncan, L. W., and M. Moens. 2006. Migratory endoparasitic nematodes. Pp. 123-153. in R. N. Perry, and M. Moens, eds. *Plant Nematology*. Wallingford: CAB International.
- EmbrapaClimaTemperado. 2005. Nematoides e métodos de controle. Online. <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pessegoo/CultivodoPessegueiro/cap13.htm>.
- Endo, B.Y. 1959. Responses of root-lesion nematodes, *Pratylenchus brachyurus* and *P. zaei*, to various plants and soil types. *Phytopathology* 49:417-421.
- Espíndola, J. A. A., and A. Feiden. 2004. Adubação verde. Seropédica: Embrapa, 2 pp.
- Ferraz, S., E. A. Lopes, P. A. Ferreira, D. X. Amora, C. F. Freitas, and A. V. S. Campos. 2003. Efeito do cultivo de duas espécies de *Mucuna* sobre a população de *Meloidogyne exigua*, *M. incognita* e *M. javanica*. *Nematologia Brasileira* 27:236-237.
- Ferraz, S., L. G. Freitas, E. A. Lopes, and C. R. Dias-Arieira. 2010. Manejo sustentável de fitonematoides. Viçosa: UFV, 306 pp.
- Hussey, R. S., and K. R. Barker 1973. A comparison of methods for collecting inocula of *Meloidogyne* spp. including a new technique. *Plant Disease Reporter* 57:1025-1028.
- Inomoto, M. M., L. C. C. Motta, B. Beluti, and A. C. Z. Machado. 2006. Reação de seis adubos verdes a *Meloidogyne javanica* e *Pratylenchus brachyurus*. *Nematologia Brasileira* 30:39-44.
- Inomoto, M. M., S. R. Antedomênico, V. P. Santos, R. A. Silva, and G. C. Almeida. 2008. Avaliação em casa-de-vegetação do uso de sorgo, milho e crotalária no manejo de *Meloidogyne javanica*. *Tropical Plant Pathology* 33:125-129.
- Jenkins, W. R. 1964. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. *Plant Disease Report* 48:692.
- Jones, M. L., and R. J. Hillock. 1995. Host status for *Pratylenchus zaei* of food crops and associated weed species in Malawi. *Afro-Asian Journal of Nematology* 5:120-126.
- Marisa, A., J. S. O. Nogueira, and S. Ferraz. 1996. Nematicidal hydrocarbons from *Mucuna aterrima*. *Phytochemistry* 42:997-998.
- Moura, R. M., and I. S. de Oliveira. 2009. Controle populacional de *Pratylenchus zaei* em cana-de-açúcar em dois ambientes edáficos no nordeste do Brasil. *Nematologia Brasileira* 33:67-73.
- Novaretti, W. R. T., A. Monteiro, and L. C. B. Ferraz. 1998. Controle químico de *Meloidogyne incognita* e *Pratylenchus zaei* em cana-de-açúcar com carbofuran e terbufós. *Nematologia Brasileira* 22:60-73.
- Oliveira, F. S., M. R. Rocha, R. A. Teixeira, V. O. Faleiro, and R. A. B. Soares. 2008. Efeito de sistemas de cultivo no manejo de populações de *Pratylenchus* spp. na cultura da cana-de-açúcar. *Nematologia Brasileira* 32:117-125.
- Oostenbrink, R. 1966. Major characteristics of

- the relation between nematodes and plants. *Mededeelingen der Landbouw-Hoogeschool* 66:1-46.
- Rodríguez-Kábana, R., J. Pinochet, D. G. Robertson, and L. Wells. 1992. Crop rotation studies with velvetbean (*Mucuna deeringiana*) for the management of *Meloidogyne* spp. *Journal of Nematology* 24:662-668.
- Rossi, C. E., and C. B. Lima. 2007. Controle alternativo de nematoides em cultura orgânica de cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Agroecologia* 2:1545-1548.
- Santana, S. M. de, T. P. L. Cunha, C. R. Dias-Arieira, F. Biela, D. B. Rodrigues, L. V. Obici, L. F. Fontana, and M. Roldi. 2010. Plantas antagonistas no controle de nematoides em áreas de cultivo de hortaliças, P.5 *in* Congresso Brasileiro de Fitopatologia, Cuiabá: Sociedade Brasileira de Fitopatologia.
- Severino, J. J., C. R. Dias-Arieira, and D. J. Tessmann. 2010. Nematodes associated with sugarcane (*Saccharum* spp.) in sandy soils in Parana, Brazil. *Nematropica* 40:111-119.
- Silva, G. S., S. Ferraz, and J. M. Santos. 1989. Resistência de espécies de *Crotalaria* a *Pratylenchus brachyurus* e *Pratylenchus zeae*. *Nematologia Brasileira* 13:81-86.
- Silveira, P. M. da, and C. A. Rava. 2004. Utilização de crotalária no controle de nematoides da raiz do feijoeiro. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão 2 p. (Comunicado Técnico, 74).
- Sundararaj, P., and U. K. Mehta. 1994. Influence of the lesion nematode, *Pratylenchus zeae*, on yield and quality characters of two cultivars of sugarcane. *Nematologia Mediterranea* 22:65-67.
- Wang, K. H., B. S. Sipes, and D. P. Schmitt. 2002. *Crotalaria* as a cover crop for nematode management: a review. *Nematropica* 32:35-57.
- Wutke, E. B. 1993. Adubação verde: Manejo de fitomassa e espécies utilizadas no Estado de São Paulo. Pp. 17-29. *in* E. B. Wutke, E. A. Bulisani, and A. A. Mascarenhas, eds. Campinas: IAC.

Received:

3/VII/2011

Accepted for publication:

13/I/2012

Recibido:

Aceptado para publicación:

