

SIMONE DE MELO SANTANA

**MANEJO DE NEMATOIDES POR PLANTAS ANTAGONISTAS, EM SOLOS
DO NOROESTE DO PARANÁ, CULTIVADOS COM CANA-DE- AÇÚCAR E
OLERÍCOLAS**

**MARINGÁ - PARANÁ – BRASIL
FEVEREIRO – 2011**

SIMONE DE MELO SANTANA

**MANEJO DE NEMATOIDES POR PLANTAS ANTAGONISTAS, EM SOLOS
DO NOROESTE DO PARANÁ, CULTIVADOS COM CANA-DE- AÇÚCAR E
OLERÍCOLAS**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Maringá, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Proteção de Plantas, para obtenção do título de Mestre.

MARINGÁ - PARANÁ – BRASIL

FEVEREIRO – 2011

SIMONE DE MELO SANTANA

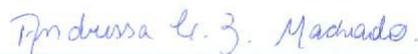
**MANEJO DE NEMATOIDES POR PLANTAS ANTAGONISTAS EM SOLOS
DO NOROESTE DO PARANÁ CULTIVADOS COM CANA-DE-AÇUCAR E
OLERÍCOLAS**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Maringá, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração em Proteção de Plantas, para obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 21 de fevereiro de 2011.



Prof. Dr. Eliezer Rodrigues de Souto



Dr.ª Andressa Cristina Zamboni Machado



Prof.ª Dr.ª Cláudia Regina Dias Arieira
(Orientadora)

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá – PR., Brasil)

S232m Santana, Simone de Melo
Manejo de nematoides por plantas antagonistas, em solos do noroeste do Paraná, cultivados com cana-de-açúcar e olerícolas / Simone de Melo Santana. -- Maringá, 2011.
xiv, 72 f. : il. figs., tabs.

Orientador: Prof.^a Dr.^a Cláudia Regina Dias Arieira.
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2011

1. Cana-de-açúcar - Rotação de cultura - Plantas antagonistas - Período de permanência. 2. Cana-de-açúcar - Nematoides - Manejo. 3. Cana-de-açúcar - Nematoides - *Pratylenchus zae* - Manejo. 4. Cana-de-açúcar - Rotação de cultura - Solo argiloso - noroeste do Paraná. 5. Cana-de-açúcar - Rotação de cultura - Solo arenoso - noroeste do Paraná. 6. Alface - Rotação de cultura - Plantas antagonistas - Período de permanência. 7. Alface - Nematoides - Manejo. 8. Alface - Nematoides - *Meloidogyne incognita* - Manejo. 9. Plantas antagonistas (*Cajanus cajan*, *Stizolobium aterrimum* e *Crotalaria spectabilis*). 10. Plantas antagonistas - (Guandu, *Mucuna-preta* e *Crotalária*). I. Arieira, Cláudia Regina Dias, orient. II. Universidade Estadual de Maringá. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. III. Título.

CDD 21.ed. 633.6196257

DEDICO

À minha família, pelo apoio concedido em todos os momentos da minha vida, me ajudando a vencer os obstáculos que, outrora, apareceram no caminho e me ensinando que tudo é possível quando confiamos em Deus e temos amor no coração.

AGRADECIMENTO

Ao meu Deus, por me acalantar nos momentos difíceis, me dando forças para superar as adversidades da vida e por me conceder discernimento para redigir o presente trabalho. Sem a presença desse Deus maravilhoso em minha vida, nada disso seria possível.

À minha família, por todo apoio que me deram em mais uma conquista, por me conceder suporte emocional em todos os momentos, pelas inúmeras ajudas nos trabalhos a campo e por me ensinar a ser uma pessoa melhor a cada dia.

Ao meu namorado, Andrei, pelo companheirismo e solidariedade, pela dedicação em me ajudar e pela motivação nos momentos em que mais precisei.

À Professora Dra. Cláudia Regina Dias Arieira, pela excelente orientação, pela constante dedicação e acompanhamento, pelos ensinamentos, idéias, sugestões em todos os momentos do curso de Mestrado. E acima de tudo, agradeço pelo laço de amizade que formamos ao longo desses anos, tornando o convívio agradável e o trabalho prazeroso.

Ao senhor Adircon Gonçalves, por permitir a execução de parte do presente trabalho em sua propriedade, possibilitando a obtenção de dados importantes à comunidade científica.

À Universidade Estadual de Maringá, sobretudo ao Programa de Pós-graduação em Agronomia, por me permitir cursar o Mestrado e utilizar suas instalações para o desenvolvimento da pesquisa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa, que foi fundamental para custear minhas despesas e permitir a elaboração desse trabalho.

Aos engenheiros agrônomos Ronaldo Lopes e Maurício Miyamoto, das usinas Sabarálcool e Usacucar, respectivamente, por disponibilizar os solos infestados com fitonematoides para o desenvolvimento da pesquisa.

Ao Dr. Heroldo Weber, da Universidade Federal do Paraná, e à empresa Matsuda Sementes por disponibilizarem os materiais utilizados no estudo.

A todos os estagiários do laboratório de fitopatologia da UEM, *Campus* Regional de Umuarama, em especial aos amigos, Tatiana, Fábio e Fernando, pela amizade, companheirismo e ajuda na coleta de dados, tornando possível a realização desse projeto.

Por fim, agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para a elaboração da presente dissertação, possibilitando entender que nenhuma conquista na vida é possível quando estamos sozinhos.

BIOGRAFIA

SIMONE DE MELO SANTANA, filha de Claudionor Santana e Elza de Melo, nasceu na cidade de Umuarama, estado do Paraná, aos cinco dias do mês de maio de 1986.

Graduou-se em Agronomia pela Universidade Estadual de Maringá, *Campus* Regional de Umuarama, no ano de 2008. Durante a graduação, já desenvolvia atividades de pesquisa na área de Nematologia, sob a orientação da Profa. Dra. Cláudia Regina Dias Arieira. Participou de Programas de Iniciação Científica (PIC e PIBIC) e recebeu a láurea acadêmica ao término do curso.

Iniciou o curso de Pós-Graduação em Agronomia em março de 2009, na área de Proteção de Plantas, finalizando-o com o desenvolvimento deste trabalho, parte obrigatória para obtenção do título de Mestre em Agronomia.

ÍNDICE

LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABELAS	ix
RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xiii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 NEMATOIDES NA AGRICULTURA.....	4
2.1.1 Nematoides em cana-de-açúcar	4
2.1.2 Nematoides em alface.....	9
2.2 PLANTAS ANTAGONISTAS NO MANEJO DE NEMATOIDES	11
2.2.1 <i>Mucuna</i> spp.....	12
2.2.2 <i>Crotalaria</i> spp.	13
2.2.3 Guandu.....	15
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	17
CAPÍTULO I	26
MANEJO DE NEMATOIDES DE LESÕES RADICULARES, POR PLANTAS ANTAGONISTAS, EM SOLOS NATURALMENTE INFESTADOS DE ÁREAS DE CULTIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR.....	26
RESUMO	26
ABSTRACT	27
1 INTRODUÇÃO	28
2 MATERIAIS E MÉTODOS	31
3 RESULTADOS	34
4 DISCUSSÃO.....	42
5 CONCLUSÕES	47
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48
CAPÍTULO II	53

MANEJO DE NEMATOIDES DAS GALHAS, POR PLANTAS ANTAGONISTAS, EM SOLO NATURALMENTE INFESTADO DE ÁREA DE CULTIVO DE OLERÍCOLAS	53
RESUMO.....	53
ABSTRACT.....	54
1 INTRODUÇÃO.....	55
2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	57
3 RESULTADOS.....	59
4 DISCUSSÃO.....	62
5 CONCLUSÕES.....	67
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	68
CONCLUSÕES.....	72

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I	26
Figura 1 Avaliação do tempo de permanência das plantas antagonistas sobre a população de <i>Pratylenchus zaeae</i> , em solo argiloso de Iguatemi - PR, sendo PI= população inicial, P60= população nas plantas antagonistas após 60 dias de cultivo e P110= população nas plantas antagonistas após 110 dias de cultivo.....	39
Figura 2 Avaliação do tempo de permanência das plantas antagonistas sobre a população de <i>Pratylenchus zaeae</i> , em solo arenoso do município de Umuarama - PR, sendo PI= população inicial, P60= população nas plantas antagonistas após 60 dias de cultivo e P110= população nas plantas antagonistas após 110 dias de cultivo.....	39
Figura 3 Avaliação do tempo de permanência das plantas antagonistas sobre a população de <i>Pratylenchus zaeae</i> , em solo arenoso do município de Perobal - PR, sendo PI= população inicial, P60= população nas plantas antagonistas após 60 dias de cultivo e P110= população nas plantas antagonistas após 110 dias de cultivo.....	40
CAPÍTULO II	53
Figura 1 Dados de temperaturas médias do período de janeiro a junho de 2010, no município de Umuarama – PR.	61

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I	26
Tabela 1 População inicial (Pi) de <i>Pratylenchus zaeae</i> 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.....	35
Tabela 2 População inicial (Pi) de <i>Pratylenchus zaeae</i> 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 Umuarama - PR	36
Tabela 3 População inicial (Pi) de <i>Pratylenchus zaeae</i> 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 Perobal – PR	37
Tabela 4 População inicial (Pi) de <i>Helicotylenchus</i> spp. 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 e população na cana-de-açúcar (Pb) cultivada por 90 dias, após as antagonistas, em solo argiloso, naturalmente infestado, de Iguatemi – PR.....	38

Tabela 5	Resultado das análises químicas e granulométricas dos solos de Iguatemi – PR, Umuarama - PR e Perobal - PR, infestados naturalmente com fitonematoides.....	41
CAPÍTULO II.....		53
Tabela 1	População inicial (PI) de <i>Meloidogyne incognita</i> em 100 cm ³ de solo, cultivado com olerícolas; número de galhas (NG) no sistema radicular; número de nematoides presentes no sistema radicular das plantas antagonistas (NR) e número de nematoides presentes no solo (NS) cultivado com estas plantas por 116 dias; população final (PF) dos nematoides nas plantas antagonistas.....	59
Tabela 2	População inicial (PI) de <i>Helicotylenchus</i> spp. presente no solo, cultivado com olerícolas; número de nematoides presentes no sistema radicular das plantas antagonistas (NR) e número de nematoides presentes no solo (NS) cultivado com estas plantas por 116 dias; população final (PF) dos nematoides nas plantas antagonistas.....	60
Tabela 3	Massa fresca (MF) e seca (MS) da parte aérea da alface cv. Lucy Brown cultivada após as plantas antagonistas; número de galhas (NG) e população de nematoides presentes no sistema radicular (NR); população de nematoides presentes no solo (NS) e população total de nematoides <i>Meloidogyne incognita</i> e <i>Helicotylenchus</i> spp. obtidos do cultivo da alface por 42 dias.....	61

RESUMO

SANTANA, SIMONE DE MELO. Universidade Estadual de Maringá, fevereiro de 2011. **Manejo de nematoides por plantas antagonistas, em solos do noroeste do Paraná, cultivados com cana-de-açúcar e olerícolas.** Professora Orientadora: Dra. Cláudia Regina Dias Arieira.

Em diferentes patossistemas, a rotação de culturas com plantas antagonistas deve ser vista como uma das principais alternativas para manejo de fitonematoides, uma vez que, além de promover a redução nas populações destes organismos, as culturas implantadas podem ser utilizadas como adubos verdes, cobertura morta, na fixação de nitrogênio, entre outras. Algumas espécies são comprovadamente eficientes em controlar a população destes parasitos, como as crotalárias e mucunas. Porém, são escassos os trabalhos que visam o estudo da atividade dessas plantas em diferentes solos e condições climáticas. Portanto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da rotação de cultura de cana-de-açúcar e de alface, com plantas antagonistas (*Cajanus cajan*, *Stizolobium aterrimum* e *Crotalaria spectabilis*), sobre as populações de fitonematoides (*Pratylenchus zaei*, *Meloidogyne incognita* e *Helicotylenchus* spp.), em diferentes solos, e os parâmetros relacionados à produtividade das culturas. Para o experimento com a cana-de-açúcar, os resultados demonstraram ausência de interação entre os fatores: plantas antagonistas, solos e tempo de permanência das antagonistas. Observou-se que *C. spectabilis* e *C. cajan* reduziram a população de *P. zaei*, independente do tipo de solo e tempo de permanência. *Stizolobium aterrimum*, apesar de ter reduzido a população do nematoide, quando comparada à testemunha, apresentou fator de reprodução maior que um nos dois períodos de permanência no solo argiloso e, após 110 dias de cultivo, em um solo arenoso. A cana cultivada após as antagonistas, nos solos arenosos, apresentou médias de altura superiores à testemunha. *Helicotylenchus* spp. também foi constatado nas amostras, mas os dados obtidos durante o experimento foram inconsistentes. Para o experimento com alface, observou-se após o cultivo das antagonistas, diferença estatística da população de *M. incognita* no sistema radicular e na população final (solo + raiz) em relação à

testemunha, demonstrando o efeito antagônico dessas plantas sobre a população do nematoide. O número de galhas na alface cultivada após as antagonistas também foi reduzido quando comparado à testemunha. A mucuna-preta e o guandu foram as antagonistas que apresentaram as maiores populações de *Helicotylenchus* spp. no sistema radicular e no solo, respectivamente. A mucuna-preta promoveu aumento na massa seca da parte aérea da alface cultivada após as antagonistas.

Palavras-chave: Alface, cana-de-açúcar, manejo, *Meloidogyne incognita*, plantas antagonistas, *Pratylenchus zaei*.

ABSTRACT

SANTANA, SIMONE DE MELO. Universidade Estadual de Maringá, February 2011. **Managing of nematodes by antagonistic plants in northwestern Parana soils growing with sugarcane and vegetables.** Advisor: Dr. Cláudia Regina Dias Arieira.

In different pathosystems, crop rotation with antagonistic plants should be regarded as one of the main alternatives in phytonematode management given that, as well as reducing these populations, these plants can be used as green manure, mulch, for nitrogen fixing, etc. Some species have proved to be efficient in controlling the population of these parasites, such as sunn plants and velvet beans. However, there are few studies focusing on the effects of these plants in different soils and climates. Thus, the aim of this study was to evaluate the effect of crop rotations of sugarcane and lettuce with antagonistic plants (*Cajanus cajan*, *Stizolobium aterrimum* and *Crotalaria spectabilis*) on the phytonematode population (*Pratylenchus zaeae*, *Meloidogyne incognita* and *Helicotylenchus* spp.) in different soils and the productivity parameters of this culture. Results from the experiment with sugarcane showed no interaction between the factors: antagonistic plants, soils and cultivation periods of the antagonistic plants. *Crotalaria spectabilis* and *C. cajan* reduced the *P. zaeae* population, regardless of soil type and cultivation period. *Stizolobium aterrimum*, despite reducing the nematode population when compared with the control, showed a reproduction factor greater than one in the two cultivation periods, in the clay soil, and after 110 days in sandy soil. The sugarcane cultivated after the antagonists in the sandy soils showed higher high plant averages than the control. *Helicotylenchus* spp. was also found in the samples but the data obtained during the experiment was inconsistent. In the experiment with lettuce were found statistical differences in the *M. incognita* populations present in the root systems and in the final population (soil + root), after the cultivation of the antagonistic plants, in comparison with the control, demonstrating the antagonistic effect of these plants on the nematode population. The number of galls on the lettuce cultivated after the antagonists was also reduced when compared to the control. The antagonists which showed the highest populations

of *Helicotylenchus* spp. in the root systems and in the soil were the velvet bean and the pigeon pea. The velvet bean promoted an increase in the dry matter in the above-ground part of the lettuces cultivated after the antagonists.

Key words: Lettuce, sugarcane, management, *Meloidogyne incognita*, antagonistic plants, *Pratylenchus zaeae*.

1 INTRODUÇÃO

O noroeste do Estado do Paraná é uma região que se destaca pela atividade agropecuária, sobretudo, pela exploração da bovinocultura de corte, citricultura e sericicultura, cultivo da mandioca, café e, principalmente, cana-de-açúcar (ZARDO, 2003). Atualmente, o noroeste é uma das cinco mesorregiões paranaenses, onde a participação de atividades da agropecuária ou de exploração florestal supera 30% do total de trabalhadores, envolvendo 87 mil pessoas (GALVÃO et al., 2009).

Nos últimos anos, a área cultivada com a cultura da cana-de-açúcar no país apresentou uma grande expansão, devido principalmente à necessidade de combustíveis alternativos ao petróleo. Atualmente, a área colhida de cana-de-açúcar, destinada à atividade sucroalcooleira está estimada em 8.167,5 mil hectares, distribuída em todos os estados produtores. O Estado do Paraná é o terceiro maior produtor brasileiro, ocupando 7,51% desse total. A previsão do total de cana que será moída na safra 2010/11 é de 651.514,3 mil toneladas, com incremento de 7,8% em relação à safra 2009/10. Desse total de cana esmagada, 45,13% serão destinadas à produção de açúcar e, o restante (54,87%), à produção de álcool (CONAB, 2010).

Apesar da expansão da cultura, diversos fatores podem ser limitantes à produção, dentre eles, destacam-se os nematoides fitoparasitos. Na região noroeste do Paraná, por exemplo, *Meloidogyne* spp. e *Pratylenchus* spp. foram encontrados em 93 e 87% das áreas de plantio de cana-de-açúcar, respectivamente (SEVERINO et al., 2010). O cultivo em áreas de solos arenosos, com pastagens degradadas e condições climáticas favoráveis tem agravado os problemas com os mesmos (DIAS-ARIEIRA e BARIZÃO, 2009). Cerca de 310 espécies de nematoides, filiados a pelo menos 48 gêneros, já foram encontrados em raízes e no solo da rizosfera desta cultura (CADET e SPAULL, 2005), alguns causando significativas reduções de produtividade, especialmente os nematoides das galhas (*Meloidogyne* spp.) e de lesões radiculares (*Pratylenchus* spp.) (SILVEIRA e HERRERA, 1995).

O controle de nematoides em cana-de-açúcar é feito basicamente através do uso de nematicidas, produtos químicos que paralisam o desenvolvimento dos mesmos, por um período de noventa a cento e vinte dias. Alguns trabalhos demonstraram que após este período, o número de nematoides no solo voltou a níveis elevados (NOVARETTI et al., 1984; DINARDO-MIRANDA et al., 1995). Aliado a estes resultados, tais produtos são onerosos e altamente tóxicos, oferecendo riscos aos aplicadores e ao ambiente. Assim, é necessário que pesquisadores e produtores busquem medidas alternativas para o controle destes patógenos.

Não obstante, os fitonematoides também afetam outras culturas, como é o caso da alface, que é a olerícola folhosa de maior importância econômica para o Brasil, sendo consumida *in natura* na forma de salada. O cultivo de alface e outras olerícolas é de grande importância para a atividade agrícola de pequenos produtores da região noroeste do Paraná.

Dentre as olerícolas, a alface é citada como altamente suscetível às infestações por nematoides das galhas, principalmente *Meloidogyne incognita* (Kofoid e White, 1919) Chitwood, 1949 e *M. javanica* (Treub, 1885) Chitwood, 1949 (SIKORA e FERNÁNDEZ, 2005). Esses patógenos apresentam altas taxas reprodutivas, acumulando no solo grande quantidade de ovos (CAMPOS et al., 2001). São especialmente importantes em regiões de clima quente, nas quais encontram temperaturas mais favoráveis à sua multiplicação, sendo considerados um dos maiores problemas fitossanitários da cultura.

As plantas atacadas apresentam-se menos desenvolvidas, devido à densa formação de galhas no sistema radicular. As galhas obstruem a absorção de água e nutrientes, resultando em plantas amareladas, com cabeça de tamanho reduzido, pequeno volume foliar e sem valor para o consumo *in natura* (CHARCHAR e MOITA, 1996). O controle de *Meloidogyne* spp. é imprescindível para bom êxito de cultivo da alface, pois o mesmo pode causar perdas de até 100% na produção (CHARCHAR, 1995).

Após o estabelecimento da população de nematoides no solo, a erradicação total é quase impossível e o controle é difícil e caro. O uso de cultivares resistentes é a forma de controle mais eficiente, pois não acarreta nenhum custo adicional além do valor da semente (MENDES, 1998), mas nem sempre é possível pela falta de cultivares resistentes que atendam às

exigências do mercado. Outra opção é o controle químico, porém não é recomendado devido ao ciclo curto da cultura e pela falta de registro de produto químico específico para alface no Brasil (CHARCHAR, 1995; MAPA, 2010).

Dessa forma, a rotação de culturas com plantas não-hospedeiras ou antagonistas deve ser vista como uma das principais alternativas para manejo de nematoides, tanto em cana-de-açúcar, como em alface, uma vez que, além de promoverem a redução nas populações destes organismos, podem também ser utilizadas como adubos verdes, cobertura morta, na fixação de nitrogênio, e na reciclagem de nutrientes (SILVEIRA e RAVA, 2004). Algumas espécies são comprovadamente eficientes em controlar a população de fitonematoides, como as crotalárias e mucunas (RODRÍGUEZ-KÁBANA et al., 1992; DIAS et al., 1995; CALABRIA et al., 2010; SANTANA et al., 2010). Porém, são escassos os trabalhos visando o estudo da atividade destas plantas em solos arenosos.

Portanto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da rotação de cultura de cana-de-açúcar e de alface, com plantas antagonistas, sobre as populações de fitonematoides em diferentes solos e parâmetros relacionados à produtividade das culturas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 NEMATOIDES NA AGRICULTURA

Os nematoides são organismos que escapam à percepção do produtor devido ao seu ínfimo tamanho e à sua coloração quase transparente. Ao penetrarem e se alimentarem nos tecidos das plantas, retiram nutrientes das mesmas, causam danos mecânicos e alterações fisiológicas pela injeção de toxinas. Os fitonematoides não se distribuem uniformemente no solo, por isso é que, no campo, os sintomas aparecem em “reboleiras” (CADET e SPAULL, 2005). Os sintomas são variáveis de acordo com a espécie, sendo principalmente observada a ocorrência de galhas, devido ao ataque de *Meloidogyne* spp., e a ocorrência de lesões radiculares, quando o nematoide presente é do gênero *Pratylenchus*. Contudo, outros sintomas podem ser constatados, como sistema radicular muito pobre, com excesso de raízes laterais e raízes curtas, descolamento ou rachaduras do córtex, necrose de tubérculos, entre outros. Muitas vezes tais sintomas são confundidos com problemas abióticos ou com a ocorrência de outros patógenos. Na parte aérea, os principais sintomas observados são redução no crescimento da planta, sintoma de deficiência nutricional, murcha nas horas mais quentes do dia e declínio da cultura. Os sintomas de parte aérea podem ser consequências de danos nas raízes, que reduzem a capacidade da planta absorver água e nutrientes ou do ataque direto de nematoides às folhas e aos caules (FREITAS et al., 2001; DECRAEMER e HUNT, 2006; FERRAZ et al, 2010).

2.1.1 Nematoides em cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) é monocultivada em diferentes regiões do Brasil e um dos indicadores do desequilíbrio desse agroecossistema é a presença de nematoides fitoparasitos limitando a produtividade (ROSSI e LIMA, 2007). De acordo com Cadet e Spaul (2005), o fato de a cultura ser

cultivada quase que continuamente, com poucos meses de pausa entre remoção da soca e replantio, favorece o desenvolvimento de populações elevadas de espécies selecionadas. A diversidade de nematoides em cana é maior que na maioria das outras plantas cultivadas, com mais de 310 espécies de 48 gêneros endo e ectoparasitos. No entanto, aquelas mais frequentemente citadas como de alta patogenicidade são *Pratylenchus zae* Graham, 1951, *M. incognita* e *M. javanica*. A espécie *P. brachyurus* (Godfrey, 1929) Filipjev e Stekhoven, 1941 também tem sido comum nos canaviais brasileiros (DINARDO-MIRANDA, 2005a).

Novaretti et al. (1998), trabalhando em áreas de produção comercial de cana-de-açúcar, no Estado de São Paulo, relataram altas populações de *M. incognita*, *M. javanica* e *P. zae*. Dinardo-Miranda et al. (2003) detectaram populações de *P. zae*, *M. incognita* e *M. javanica* associadas à cultura da cana na região canavieira de Piracicaba, SP, sendo *M. javanica* a espécie mais comum, representando cerca de 60%.

Em Pernambuco, *P. zae* foi encontrada em altas frequências em lavouras canavieiras, sendo classificada como muito virulenta (MOURA et al., 1999). Segundo Valle-Lamboy e Ayala (1980), *P. zae* causa lesões amarronzadas nas raízes, que se tornam necróticas, provocando um escurecimento do sistema radicular. Isto está associado à redução na parte aérea, na massa de raízes e no comprimento do caule, bem como um amarelecimento das folhas em reboleiras. Esses sintomas na parte aérea são reflexos do ataque dos nematoides às raízes, de onde esses parasitos extraem nutrientes e injetam toxinas, podendo também afetar a qualidade da cana (DINARDO-MIRANDA, 2005b).

Em solos arenosos do noroeste do Paraná, Severino et al. (2010) avaliaram 74 amostras de solo e raízes da rizosfera de cana-de-açúcar e constataram que nematoides do gênero *Pratylenchus* estavam presentes em 85,3% das amostras; desse total, *P. zae* foi encontrada em 73,0% do material avaliado e *P. brachyurus* em 13,5%. Há relatos que *P. brachyurus* causa danos ao sistema vascular e destruição das células corticais, mas não afeta as massas de raiz e de parte aérea (ONAPITAN e AMOSU, 1982).

As espécies *M. incognita* e *M. javanica* foram constatadas em muitas áreas de cana, no entanto, a primeira é citada como a espécie que causa

maiores danos ao canavial (DINARDO-MIRANDA, 2005b). Cinco outras espécies de nematoide das galhas foram citadas associadas à cana-de-açúcar: *M. acrita* Chitwood, 1949, *M. arenaria* (Neal, 1889) Chitwood, 1949, *M. hispanica* Hirschmann, 1986, *M. kikuyensis* De Grisse, 1961 e *M. thamesi* (Chitwood in Chitwood) Specht e Havis, 1952, mas nenhuma é de ocorrência generalizada (CADET e SPAULL, 2005). No noroeste do Paraná, no município de Cianorte, *M. paranaensis* Carneiro, Carneiro, Abrantes, Santos e Almeida, 1996 também foi encontrada associada à lavoura canavieira (SEVERINO et al., 2008).

Em cana-de-açúcar, as galhas formadas por *M. incognita* e *M. javanica* desenvolvem-se nas pontas das raízes, são pequenas e discretas, difíceis de serem detectadas, exceto em cana-planta jovem. Verificaram também inchaços alongados nas pontas das raízes e a proliferação das raízes laterais próximas às galhas. Já nas raízes velhas suberizadas, as fêmeas podem se desenvolver em várias posições ao longo da raiz, sem indução de galhas. Espécies de *Meloidogyne* também podem reduzir o número de perfilhos desenvolvidos pela cultura (CADET e SPAULL, 2005).

Dinardo-Miranda (2005b) relatou que *M. javanica* e *P. zaeae* causam, em média, 20 a 30% de redução de produtividade, no primeiro corte de cultivares suscetíveis. *Meloidogyne incognita* pode ocasionar perdas maiores, ao redor de 40%. Em casos de cultivares 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 (DINARDO-MIRANDA et al., 2000; BOND et al., 2000; BARROS et al., 2005).

O controle de nematoides na cultura é complexo e requer a adoção de um sistema de manejo integrado. Inicialmente, medidas preventivas devem ser tomadas, evitando a entrada destes parasitos em áreas onde ainda não estejam presentes. Após introdução, devem-se adotar medidas na tentativa de reduzir ou minimizar danos por eles causados.

Dentre as medidas de controle, o uso de cultivares resistentes a nematoides é a mais desejada, por não implicar em custos ao produtor e riscos

ao ambiente, pois a cultivar resistente pode ser plantada em áreas infestadas por nematoides, sem a necessidade de outras medidas de controle, como nematicida, por exemplo. No entanto, ainda há carência de cultivares comerciais de elevada produtividade, resistentes às espécies importantes para a cultura (*M. javanica*, *M. incognita*, *P. zaeae* e *P. brachyurus*), além de existir especificidade de resistência para cada espécie (DINARDO-MIRANDA, 2005b).

Devido a essas limitações, o manejo de áreas infestadas tem se baseado principalmente no uso de nematicidas químicos aplicados no plantio e/ou nas soqueiras. Três nematicidas são registrados para uso comercial em cana-de-açúcar: aldicarb (Temik 150G), carbofuran (Furadan 50G ou 100G ou 350SC) e terbufós (Counter 150G). No plantio, são aplicados no sulco, sobre os toletes, imediatamente antes da cobertura dos sulcos. Nas soqueiras, são aplicados ao lado da linha de cana ou sobre elas (DINARDO-MIRANDA, 2005b). A aplicação de nematicidas no plantio em áreas infestadas resulta em significativos incrementos de produtividade que podem chegar a 40 ou 50 t ha⁻¹ (BARROS et al., 2000; BOND et al., 2000; DINARDO-MIRANDA e GARCIA, 2002; DINARDO-MIRANDA, 2005b; DINARDO-MIRANDA et al., 2008).

No trabalho de Dinardo-Miranda et al. (2000), os nematicidas carbofuran e terbufós mostraram-se eficientes no controle de nematoides, em soqueiras de cana-de-açúcar, mas aumentos significativos de produtividade agrícola só foram obtidos nas áreas com níveis populacionais elevados. Os incrementos máximos de produtividade, em relação às parcelas testemunhas, foram obtidos com o uso de carbofuran 100G a 30 kg ha⁻¹.

Experimentos realizados em áreas nas quais a população de nematoides encontrava-se baixa, mostraram que o carbofuran contribuiu para um acréscimo médio na produtividade de 7,8%. Como as populações de nematoides estavam baixas, esse aumento foi atribuído a um efeito direto do produto sobre as plantas (efeito fitotônico) e à redução de microorganismos fitopatogênicos presentes no solo (DINARDO-MIRANDA et al., 2001).

Barros et al. (2000), com o objetivo de estudar efeitos na aplicação do nematicida terbufós no desenvolvimento e produtividade da cana-de-açúcar em solos infestados com *Meloidogyne* e *Pratylenchus*, utilizaram diferentes doses do produto em cinco cultivares e os resultados mostraram uma tendência positiva dos tratamentos em todas elas.

Dinardo-Miranda et al. (2001) testaram a ação dos nematicidas carbofuran, aldicarb e ethoprophos aplicados no plantio da cv. RB835113 em áreas infestadas por *M. incognita* e *P. zaeae*. Todos os nematicidas mostraram-se eficientes no controle dos nematoides, reduzindo significativamente suas populações durante, pelo menos, quatro meses após o plantio. Com a redução populacional dos nematoides foram obtidos incrementos significativos de produtividade agrícola, variando de 29,8 a 40 t ha⁻¹, nas parcelas tratadas com carbofuran ou aldicarb (BOND et al., 2000; DINARDO-MIRANDA e GARCIA, 2002; DINARDO-MIRANDA et al., 2008).

Apesar de os nematicidas serem o método de controle mais comumente utilizado, o alto custo, em alguns casos, faz com que a relação custo/benefício não seja vantajosa. Os problemas de ordem ambiental também tornam esse método inadequado em muitas situações (BRINGEL e SILVA, 2000; DIAS-ARIEIRA e BARIZÃO, 2009).

Diante disso, a rotação de culturas com plantas não-hospedeiras ou antagonistas, com destaque para as leguminosas (FERRAZ et al., 2010), deve ser vista como uma das principais alternativas para manejo de nematoides, uma vez que, além de promoverem a redução nas populações destes organismos, contribuem para melhorar as características gerais do solo (ANSELMINI, 2009). De acordo com Silveira e Rava (2004), algumas leguminosas tropicais, como *Crotalaria spectabilis* Roth, além de controlarem os nematoides, podem também ser utilizadas como adubo verde, cobertura morta, na fixação de nitrogênio e reciclagem de nutrientes, melhorando assim as características químicas, físicas e biológicas do solo (ESPÍNDOLA e FEIDEN, 2004).

Algumas espécies são comprovadamente eficientes em controlar a população destes patógenos, como as crotalárias e mucunas (RODRÍGUEZ-KÁBANA et al., 1992; DIAS et al., 1995; BARBOSA et al., 1999; WANG et al., 2002; CALABRIA et al., 2010; SANTANA et al., 2010). Porém, são escassos os trabalhos visando o estudo da atividade destas plantas em solos arenosos.

No trabalho de Inomoto et al. (2008), comprovou-se que *Crotalaria juncea* L. e *C. spectabilis* foram redutoras da densidade de *M. javanica* no solo. Rosa et al. (2003) constataram que o uso de *C. juncea*, no período de um ano, reduziu drasticamente a população mista de *Meloidogyne*; porém, sem reflexos

posteriores na produtividade da cana-planta. Este efeito foi possível de ser observado aos 90 dias após o plantio da cana. Santana et al. (2003) concluíram haver uma ação supressiva da cultura sobre os parasitos. Coaduna-se com essas reflexões o trabalho de Inomoto et al. (2006), que estudou a reação de seis adubos verdes a *M. javanica* e *P. brachyurus*. Os autores concluíram que guandu anão (*Cajanus cajan* (L.) Millsp), *Crotalaria breviflora* DC., *C. spectabilis* e mucuna-preta (*Stizolobium aterrimum* Piper e Tracy) diminuíram a população de *M. javanica*, enquanto guandu anão, *C. breviflora* e *C. spectabilis* reduziram a população de *P. brachyurus*, sendo as plantas mais indicadas para áreas com infestação mista das duas espécies de nematoides avaliadas.

2.1.2 Nematoides em alface

A alface (*Lactuca sativa* L.) é a olerícola folhosa de maior importância econômica para o Brasil, sendo consumida *in natura* na forma de salada. A produção comercial de alface, em condições de elevadas temperaturas, tem sido afetada por problemas de infestação por nematoides pertencentes ao gênero *Meloidogyne*, especialmente *M. incognita* e *M. javanica* (FIORINI et al., 2007). Estes patógenos têm altas taxas reprodutivas, acumulando no solo grande população de ovos (CAMPOS et al., 2001).

A maioria das cultivares de alface utilizada apresenta alta suscetibilidade aos nematoides do gênero *Meloidogyne* spp., que nesta cultura provoca a formação de galhas de fácil identificação (LORDELLO e MARINI, 1974; CAMPOS, 1985; CHARCHAR e MOITA, 1996; MENDES, 1998; AZEVEDO, 2000).

As galhas obstruem a absorção de água e nutrientes, resultando em plantas amareladas, com cabeça de tamanho reduzido, pequeno volume foliar e sem valor para o consumo *in natura* (CHARCHAR e MOITA, 1996).

Santos (1995), trabalhando com a cultivar Elisa em solo naturalmente infestado com *M. javanica*, em estufa, verificou que, quando esta cultivar sucedeu ao tomateiro Roqueso (suscetível ao nematoide das galhas), houve redução na produção de 78, 23 e 17%, respectivamente, para a semeadura

direta, transplântio de mudas de raízes nuas e de mudas produzidas em bandejas.

O controle de *Meloidogyne* spp. é imprescindível para bom êxito de cultivo da alface, pois os mesmos podem causar perdas de até 100% na produção, dependendo da intensidade de infestação da área e da cultivar plantada (CHARCHAR, 1995). Entretanto, uma vez estabelecido no solo, o controle torna-se difícil e oneroso; a erradicação total é quase impossível e as práticas de manejo agrícola, tais como a rotação de culturas, o consórcio de plantas e o alqueive têm sido utilizadas para reduzir os níveis populacionais no solo, permitindo o plantio de culturas suscetíveis (LEÓN et al., 2001; CARNEIRO et al., 2000).

O manejo com o uso de cultivares resistentes nem sempre é possível pela falta de materiais que atendam às exigências do mercado. Alguns trabalhos têm sido realizados no sentido de se encontrar possíveis fontes de resistência ao patógeno. Charchar e Moita (1996) evidenciaram que a maior resistência, tanto a *M. incognita* como a *M. javanica*, foi encontrada em cultivares de folhas crespas, destacando-se a cultivar Grand Rapids. Este resultado foi confirmado por Mendes et al. (1996) e Gomes et al. (2001), cujos trabalhos também evidenciaram que algumas cultivares do grupo crespa repolhuda (Salinas 88, Lorca e Legacy) foram resistentes a *M. javanica*. Trabalhos que trataram da resistência a nematoides em alface não relataram ainda a existência de cultivar comercial de folha lisa com esta característica (CARDOSO JÚNIOR et al., 2006).

Quanto ao controle químico, não há no Brasil nenhum nematicida registrado para a cultura da alface (MAPA, 2010). Além disso, a aplicação de nematicidas granulados sistêmicos é considerada antieconômica e ineficiente, além de apresentar alta toxicidade para o homem (CARDOSO JÚNIOR et al., 2006).

2.2 PLANTAS ANTAGONISTAS NO MANEJO DE NEMATOIDES

O uso de plantas antagonistas é um dos métodos culturais mais estudados para o controle de fitonematoides. Para alguns autores, o termo “plantas antagonistas” ou “plantas antagônicas” é aplicado, exclusivamente, para espécies vegetais produtoras de compostos anti-helmínticos (BHATTI, 1988; HALBRENDT, 1996; PANDEY, 2003). Entretanto, podem ser também consideradas como plantas antagonistas aquelas que afetam negativamente a população de nematoides, a exemplo de plantas-armadilhas (o nematoide penetra, mas não completa o seu desenvolvimento), hospedeiras desfavoráveis (há penetração, mas poucos nematoides se desenvolvem) e aquelas que contêm compostos nematicidas/nematostáticos em seus tecidos, que podem ser liberados no meio externo ou atuar apenas no interior das plantas (FERRAZ e VALLE, 1997).

O uso de plantas antagonistas destaca-se entre as práticas alternativas para o manejo de nematoides, uma vez que diversos trabalhos têm mostrado o seu potencial, podendo ser empregadas em esquemas de rotação de culturas, plantio consorciado ou como cultura de cobertura vegetal (INOMOTO et al., 2006; INOMOTO et al., 2008). Algumas espécies usadas como plantas antagonistas são capazes de fixar nitrogênio da atmosfera e todas fornecem expressivos volumes de matéria orgânica, aumentando a atividade de fungos antagonistas e melhorando as características gerais do solo (ANSELMINI, 2009).

Os mecanismos pelos quais plantas antagonistas controlam nematoides são complexos e raramente atuam de forma individualizada, podendo variar de acordo com a espécie de planta e nematoide envolvido. Algumas espécies liberam no solo substâncias com efeito aleloquímico, compostos produzidos pelas plantas que afetam o comportamento de outros organismos. O sorgo, por exemplo, contém dhurrin, que é degradado em ácido cianídrico, um potente nematicida (LUNA, 1993; FORGE et al., 1995); a mucuna produz uma substância nematotóxica denominada de L-Dopa (LORENZETTI et al., 1998). Já as brássicas liberam no solo, durante seu processo de decomposição, o isotiocianato, composto responsável pelo “efeito mostarda” quando incorporadas (BROWN e MORRA, 1997).

2.2.1 *Mucuna* spp.

O gênero *Mucuna* tem mais de 100 espécies descritas, mas sua taxonomia é confusa. A espécie mais conhecida no Brasil é a mucuna-preta, antigamente citada na literatura como *Mucuna aterrima* ou *M. pruriens* (FERRAZ et al., 2010), denominada, atualmente, de *Stizolobium aterrimum* Piper e Tracy . A maioria das espécies de *Stizolobium* exibe razoável tolerância a estresses abióticos, incluindo seca, baixa fertilidade e alta acidez do solo (MIYASAKA, 1984).

A mucuna-preta é considerada uma das melhores plantas para adubação verde porque cobre totalmente o solo, produzindo até 40 t ha⁻¹ de massa verde e contribuindo com até 180 kg ha⁻¹ de nitrogênio fixado da atmosfera (ESPÍNDOLA e FEIDEN, 2004; FERRAZ et al., 2010). Ela controla plantas daninhas importantes, como a tiririca (*Cyperus rotundus* L.), a qual é de difícil controle (WUTKE, 1993), e é muito eficiente para reabilitar terras devolutas e proteger o solo contra a erosão, sendo também altamente palatável para animais (DUKE, 1981).

A espécie *S. aterrimum* talvez seja a mais comum dentro do gênero. Dela foram isolados produtos que possuem como princípio tóxico o L-Dopa e também alguns compostos alucinogênicos (LORENZETTI et al., 1998). O efeito que esta substância exerce sobre os nematoides foi estudado por Barbosa et al. (1999), onde se observou que numa concentração de 50 µL mL⁻¹, o L-Dopa causou a morte de 99,6% dos juvenis de *M. incognita*, com LC₅₀ igual a 21 mg mL⁻¹. O composto foi ainda mais tóxico sobre *Heterodera glycines* Ichinohe, 1952, com LC₅₀ igual a 17 mg mL⁻¹. Além desta substância, as sementes de *Stizolobium* spp. parecem conter fatores antinutricionais, como fenóis e taninos (RAJARAM e JANARDHANAN, 1991) e não devem ser consumidas pelo homem sem um prévio tratamento térmico. Esta toxidez explica, em parte, porque a planta quase não tem problemas com ataque de insetos (DUKE, 1981).

O efeito nematicida da mucuna é bem conhecido, quando usada em rotação com culturas comerciais. No trabalho de Inomoto et al. (2006), foi constatada uma diminuição na população de *M. javanica*, quando se cultivou

mucuna-preta em rotação, podendo ser uma alternativa de controle desse patógeno.

O consórcio de mucunas com culturas comerciais, com o objetivo de controlar nematoses, é pouco conhecido. Mucuna-cinza e mucuna-preta, por apresentarem crescimento indeterminado, podem reduzir o desenvolvimento da cultura principal se não forem manejadas corretamente. Em um dos poucos estudos sobre a temática abordada, o uso de mucuna-preta em plantio consorciado com café não propiciou controle satisfatório de *M. incognita* (JAEHN e REBEL, 1984). Porém, mucuna-anã apresenta crescimento determinado e comporta-se como má-hospedeira de *M. incognita*, *M. javanica* e *M. exigua* Goeldi, 1887 (FERRAZ et al., 2003). Entretanto, o cultivo intercalado da planta com outras culturas para o manejo de fitonematoides ainda carece de estudos (FERRAZ et al., 2010).

2.2.2 *Crotalaria* spp.

O nome crotalária significa "chocalho", referindo-se ao barulho feito por suas sementes quando se balança a vagem madura. Há mais de 350 espécies descritas no gênero, localizadas nos trópicos e subtropicais de ambos os hemisférios (COOK e WHITE, 1996). *Crotalaria juncea* é a espécie mais conhecida em todo o mundo, uma vez que suas fibras macias e lignificadas são muito usadas na indústria de papel (GILLER, 2001). Além disso, ela fixa nitrogênio do ar, podendo fixar até 450 kg N ha⁻¹ ano⁻¹, produzindo cerca de 30 t ha⁻¹ de fitomassa verde (WUTKE, 1993).

Espécies de *Crotalaria* são importantes antagonistas de nematoides, com destaque para *C. spectabilis*. A maioria dos estudos envolvendo as crotalárias estão relacionados com a capacidade de serem não hospedeiras e não permitirem a multiplicação dos nematoides em esquemas de rotação de culturas. Silva et al. (1990a) demonstraram que juvenis de *M. javanica* foram atraídos e penetraram nas raízes de *C. spectabilis*, *C. juncea* e *C. paulina* Schrank. Entretanto, nenhuma fêmea se desenvolveu após 45 dias da inoculação. Resultados similares foram obtidos em relação a *M. incognita* e *C. spectabilis* (SANO et al., 1983; SANO e NAKASONO, 1986).

Em estudos histopatológicos, comparando a infecção das raízes de tomateiro com as de *C. spectabilis* e *C. juncea*, foi observado que nas células gigantes das espécies de crotalária, o citoplasma era denso e granular, com um pequeno núcleo; vacúolos grandes geralmente estavam ausentes nessas células. O número de fêmeas por célula gigante e o tamanho das mesmas também eram menores do que aqueles observados para as raízes de tomateiro (SILVA et al., 1990b). Tais resultados demonstraram que as espécies de *Crotalaria* atuam como plantas-armadilhas (FERRAZ et al., 2010).

Villar e Zavaleta-Mejia (1990) observaram, em dois experimentos em casa de vegetação, que a incorporação de resíduos de *C. longirostrata* Hook e Arn. ao solo foi suficiente para reduzir as galhas em raízes de tomate causadas por *M. incognita* e *M. arenaria*, sendo a incorporação de resíduos de *C. longirostrata* mais eficiente para controlar estes nematoides do que o consórcio desta planta com tomate. Estes resultados sugerem que a redução no número de galhas causada por *C. longirostrata* foi devida aos compostos tóxicos presentes nos tecidos da planta e não a uma possível ação como planta-armadilha.

No município de São Luís, Estado do Maranhão, constatou-se que *C. spectabilis* e *C. juncea* também foram eficientes em reduzir a população de *Helicotylenchus multicinctus* (Cobb, 1893) Golden, 1956, espécie bastante comum em áreas de cultivo de bananeira no Estado (BRINGEL e SILVA, 2000).

Silveira e Rava (2004) observaram o efeito da palhada de *C. spectabilis* na redução do número de nematoides, especialmente do gênero *Pratylenchus*. Os resultados obtidos no trabalho permitiram aos autores recomendar a adição de palhada de *C. spectabilis*, 60 dias antes do plantio do feijoeiro comum, para o controle de nematoides. Este é um benefício adicional ao já amplamente conhecido da planta de *C. spectabilis*, no controle do nematoide das galhas, o que pode ser comprovado por Rodríguez-Kábana et al. (1992) que, trabalhando com solo naturalmente infestado, constataram que *C. spectabilis* suprimiu populações de *M. arenaria*. Concorda-se com os mesmos resultados o trabalho de McSorley et al. (1994), no qual foram testadas 12 culturas como alternativas para rotação, dentre elas *C. spectabilis*, que apresentou diminuição

da população de juvenis de *M. arenaria*, quando comparada com a rotação com *Arachis hypogaea* L.

Espécies de crotalária podem ser não-hospedeiras ou hospedeiras desfavoráveis, aumentar a população de microrganismos antagonistas e até mesmo produzirem compostos nematotóxicos (WANG et al., 2002). O alcalóide monocrotalina, tóxico a vertebrados, foi isolado de *C. spectabilis*. Embora tenha inibido a mobilidade de *M. incognita in vitro*, esse alcalóide não parece estar diretamente relacionado com a resistência, pois outras espécies que apresentam esse composto são suscetíveis ao mesmo nematoide (FASSULIOTS e SKUCAS, 1969). Há a hipótese de que o efeito alelopático de crotalária seja devido à quantidade de nitrogênio que há nos resíduos da planta (WANG et al., 2002). Materiais com baixa relação C/N induzem a plasmólise de nematoides ou favorecem a proliferação de fungos nematófagos, em virtude da liberação de amônia no solo (RODRÍGUEZ-KÁBANA, 1986).

2.2.3 Guandu

O guandu é uma planta com propriedades antagônicas bastante controversas, provavelmente devido ao comportamento variável de diferentes cultivares em face dos nematoides. Bons resultados foram obtidos contra *M. javanica* (ASMUS e FERRAZ, 1988; COSTA e FERRAZ, 1990), *M. incognita* (REDDI, 1983; HAROON e ABADIR, 1989), *Pratylenchus penetrans* (Cobb, 1917) Filipjev e Schuurmans Stekhoven, 1941 (HAROON e ABADIR, 1989) e outros. Por outro lado, Rodríguez-Kábana e Ingram (1978) verificaram que o guandu foi um bom hospedeiro de várias espécies de fitonematoides ecto e endoparasitos. Em experimentos conduzidos por Thakar e Yadav (1986), com cultivares de guandu suscetíveis e resistentes a *Rotylenchulus reniformis* Linford e Oliveira, 1940, foi observado que a resistência das cultivares estava relacionada ao maior conteúdo de fenóis presentes em seus tecidos.

No trabalho realizado por Valle et al. (1997), após 120 dias de cultivo de guandu, o número de ovos de *H. glycines* remanescentes correspondeu a apenas 56% do observado após igual período de alqueive, resultado comparável ao obtido com mucuna e, provavelmente, em função da sua

capacidade de atuar de forma eficiente como planta antagonista, assim como aquela. Já Inomoto et al. (2006) verificaram que o guandu-anão diminuiu tanto a população de *M. javanica* como de *P. brachyurus*, considerando-o como um adubo verde importante para o manejo de ambas as espécies em áreas com infestação mista.

Enfim, plantas hospedeiras desfavoráveis como o guandu podem ser tão ou mais eficientes em controlar o nematoide quanto plantas não-hospedeiras. O número de juvenis que eclodem e morrem durante o ciclo destas plantas provavelmente é muito superior ao número de ovos produzidos pelas poucas fêmeas formadas em suas raízes. Portanto, o fato de uma planta permitir uma pequena multiplicação do nematoide não inviabiliza o seu uso no controle deste. Entretanto, a pressão de seleção exercida pelo cultivo contínuo de um hospedeiro desfavorável pode levar à predominância de indivíduos capazes de atacá-lo na população do nematoide (SCHMITT, 1992), necessitando assim de um monitoramento periódico das populações presentes no solo.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANSELMI, R. Palha, rotação e adubos verdes integram manejo sustentável. **JornalCana**, Campinas, p. 33-42, fev. 2009.

ASMUS, R. M. F.; FERRAZ, S. Antagonismo de algumas espécies vegetais, principalmente leguminosas, a *Meloidogyne javanica*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 13, p. 20-24, 1988.

AZEVEDO S. M.; MALUF W. R.; GOMES L. A. A. ; OLIVEIRA A. C. B.; FREITAS J. A. ; ANDRADEJÚNIOR V. C.; JESUS N. ; BRAGA L. R.; LICURSI V. Herança da resistência ao nematóide de galha em alface. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 40, 2000, São Pedro. **Anais...** São Pedro: SOB, 2000. p. 629-630.

BARBOSA, L. C. A.; BARCELOS, F. E.; DEMUNER, A. J.; SANTOS, M. A. Chemical constituents from *Mucuna aterrima* with activity against *Meloidogyne incognita* and *Heterodera glycines*. **Nematropica**, Auburn, v. 29, p. 81-88, 1999.

BARROS, A. C. B.; MOURA, R. M.; PEDROSA, E. M. R. Aplicação de terbufós no controle de *Meloidogyne incognita* raça 1 e *Pratylenchus zeae* em cinco variedades de cana-de-açúcar no Nordeste. Parte 1 – Efeitos na cana-planta. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 1, p. 73-78, 2000.

BARROS, A. C. B., MOURA, R. M.; PEDROSA, E. M. R. Estudo de interação variedade-nematicida em cana-de-açúcar, em solo naturalmente infestado por *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *Pratylenchus zeae*. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 1, p. 39-46, 2005.

BOND, J. P.; McGAWLEY, E. C.; HOYS, J. W. Distribution of plant-parasitic nematodes on sugarcane in Louisiana and efficacy of nematicides. **Journal of Nematology**, St. Paul, v. 32, n. 4, p. 493-501, 2000.

BHATTI, D. S. **Utilization of toxic plants for the control of nematodes pests of economic crops**. Hissar: Haryana Agriculture University, 1988. 241p.

BRINGEL, J. M. M.; SILVA, G. S. Efeito antagônico de algumas espécies de plantas a *Helicotylenchus multicinctus*. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 24, p. 179-181, 2000.

BROWN, P. D.; MORRA, M. J. Control of soil-borne plant pests using glucosinolate-containing plants. **Advanced Agronomy**, San Diego, v. 61, p. 167-231, 1997.

CADET, P.; SPAULL, V. Nematode parasites of sugarcane. In: LUC, M.; SIKORA, R. A.; BRIDGE, J. (Eds.). **Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture**. Wallingford: CAB International, 2005. p. 645-674.

CALABRIA, Z. K. P.; GOMES FILHO, G. A.; SILVA, R. A., AMORIM, L. D. Efeito de sete coberturas vegetais na supressão de *Pratylenchus brachyurus* no solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 43., 2010, Cuiabá. **Resumos...**São Paulo: Tecart, 2010. p. 4.

CAMPOS, V. P. Doenças causadas por nematoides. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.11, p. 21-28, 1985.

CAMPOS V. P.; CAMPOS J. R.; SILVA L. H. C. P.; DUTRA M. R. Manejo de nematoides em hortaliças. In: SILVA L. H. C. P.; CAMPOS J. R.; NOJOSA G. B. A. **Manejo integrado: doenças e pragas em hortaliças**. Lavras: UFLA. p.125-158, 2001.

CARDOSO JÚNIOR, C.; MASSAROTO, J. A; C. FILHO, J. L. S. de; FERREIRA, S.; GOMES, A. R. do V. A.; GOMES, L. A. A.; MALUF, W. R.; MORETTO, P. Tolerância aos nematoides das galhas em sete populações F2 de alface de folhas lisas. 2006. Disponível em: <http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/Biblioteca/46_0345.pdf>. Acesso em: 30 set. 2010.

CARNEIRO, R. M. D. G.; RANDING, O.; ALMEIDA, M. R. A.; CAMPOS, A. D. Resistance of vegetable crops to *Meloidogyne* spp.: Suggestion for a crop rotation system. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 24, p. 49-54, 2000.

CHARCHAR, J. M. *Meloidogyne* em hortaliças. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE NEMATOLOGIA TROPICAL; CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE NEMATOLOGIA, 19; ENCONTRO ANUAL DA ORGANIZAÇÃO DOS NEMATOLOGISTAS DA AMÉRICA TROPICAL, 27., 1995, Rio Quente. **Anais...** Rio Quente: SBN/ONTA, 1995. p.149-153.

CHARCHAR, J. M.; MOITA, A. W. Reação de cultivares de alface à infecção por misturas populacionais de *Meloidogyne incognita* raça 1 e *Meloidogyne javanica* em condições de campo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 14, p. 185-189. 1996.

COOK, C. G.; WHITE, G. A. *Crotalaria juncea*: a potencial multi-purpose fiber crop. In: COOK, C. G.; WHITE, G. A. (Eds.). **Progress in New Crops**. Arlington: ASHS, 1996. p. 389-394.

CONAB. **Avaliação da safra agrícola de cana-de-açúcar**. 2010. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/boletim_cana_setem_bro_2010.pdf>. Acesso em: 29 set. 2010.

COSTA, D. C.; FERRAZ, S. Avaliação do efeito antagônico de algumas espécies de plantas, principalmente de inverno, a *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 14, p. 61-70, 1990.

DECRAEMER, W.; HUNT, D. Structure and classification. In: PERRY, R. e MOENS, M. (Eds.). **Plant Nematology**. Wallingford: CAB International, 2006. p. 3-32.

DIAS, W. P. ; FERRAZ, S. ; SILVA, F. A. ; LIMA, R. D. ; VALLE, L. A. C. Hospedabilidade de espécies de ervas daninhas ao nematóide de cistos da soja. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 1-2, p. 9-14, 1995.

DIAS-ARIEIRA, C. R.; BARIZAO, D. A. O. Canaviais infestados. **Revista Cultivar - Grandes Culturas**, Pelotas, p. 12-14, 2009.

DINARDO-MIRANDA, L. L. Nematoides e pragas de solo em cana-de-açúcar. **Encarte Técnico Potafós**, Piracicaba, v. 110, p. 25-32. 2005a.

DINARDO-MIRANDA, L. L. Manejo de nematóides em cana-de-açúcar. **JornalCana**, Campinas, p. 65-69, 2005b.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; GARCIA, V. Efeito da época de aplicação de nematicidas em soqueira de cana-de-açúcar. **Nematologia Mediterranea**, Bari, v. 26, n. 2, p. 65-67, 2002.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; NOVARETTI, W. R. T.; MORELLI, J. L.; NELLI, E. J. Comportamento de variedades de cana-de-açúcar em relação a *Meloidogyne javanica* em condições de campo. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 19, p. 60-66, 1995.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; GARCIA, V.; MENEGATTI, C. C. Controle químico de nematoides em soqueiras de cana-de-açúcar. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 1, p. 55-58, 2000.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; GARCIA, V.; JACON, J. J.; COELHO, A. L. Efeitos da interação entre nematicida e herbicida em cana-de-açúcar. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 2, p. 197-203, 2001.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; GIL, M. A.; COELHO, A. L.; GARCIA, V.; MENEGATTI, C.C. Efeito da torta de filtro sobre as infestações de nematóides e a produtividade da cana-de-açúcar. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 1, p. 61-67, 2003.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; PIVETTA, J. P.; FRACASSO, J. V. Influência da época de aplicação de nematicidas em soqueiras sobre as populações de nematóides e a produtividade da cana-de-açúcar. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 1, p. 179-190, 2008.

DUKE, J. A. **Handbook of legumes of world economic importance**. New York: Plenum Press, 1981. 345 p.

ESPÍNDOLA, J. A. A.; FEIDEN, A. **Adubação verde**. Seropédica: EMBRAPA, 2004. 2 p.

FASSULIOTIS, G.; SKUCAS, G. P. The effect of pyrrolizidine alkaloid ester and plants containing pyrrolizidine on *Meloidogyne incognita acrita*. **Journal of Nematology**, St. Paul, v. 1, p. 287-288, 1969.

FERRAZ, S.; VALLE, L. A. C. Utilização de plantas antagônicas no controle de fitonematóides. In: ENCONTRO DE FITOPATOLOGIA, 2., 1997, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1997. p. 42-55.

FERRAZ, S.; LOPES, E. A.; FERREIRA, P. A.; AMORA, D. X.; FREITAS, C. F.; CAMPOS, A. V. S. Efeito do cultivo de duas espécies de *Mucuna* sobre a população de *Meloidogyne exigua*, *M. incognita* e *M. javanica*. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 27, p. 236-237, 2003.

FERRAZ, S.; FREITAS, L. G. de; LOPES, E. A.; DIAS-ARIEIRA, C. R. **Manejo sustentável de fitonematóides**. Viçosa: UFV, 2010. 306 p.

FIORINI, C. V. A.; GOMES, L. A. A.; LIBÂNIO, R. A.; MALUF, W. R.; CAMPOS, V. P.; LICURSI, V.; MORETTO, P.; SOUZA, L. A.; FIORINI, I. V. A. Identificação de famílias F_{2:3} de alface homozigotas resistentes aos nematóides das galhas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, p. 509-513, 2007.

FORGE, T. A.; INGHAM, E. E.; KAUFMAN, D. Winter cover crops for managing root-lesion nematodes affecting small fruit crops in the Pacific Northwest. **Pacific Northwest Sustainable Agriculture**, p. 3, 1995.

FREITAS, L. G.; OLIVEIRA, R. D. de LIMA; FERRAZ, S. **Introdução à nematologia**. Viçosa: UFV, 2001. 84 p.

GALVÃO, R.; GOZER, I. C.; ORTIZ, F.; DAHMER, V. Concentração na agroindústria canavieira paranaense pós-desregulamentação setorial: uma análise aplicada de sua mesorregiões. CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 47., 2009, Porto Alegre. **Apresentação**...Porto Alegre: 2009. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/13/194.pdf>>. Acesso em: 03 set. 2010.

GILLER, K. E. **Nitrogen fixation in tropical cropping systems**. Wallingford: CAB International, 2001. 423 p.

GOMES, L. A. A; MALUF, W. R.; AZEVEDO, S. M; ANDRADE, V. C. J; LICURSI, V.; MORETTO, P. Reação de cultivares de alface à *Meloidogyne javanica*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 14, n. 1, p. 99, 2001.

HALBRENDT, J. M. Allelopathy in the management of plant-parasitic nematodes. **Journal of Nematology**, St. Paul, v. 28, p. 8-14, 1996.

HAROON, S. A.; ABADIR, S. H. The effect of four summer legume cover crops on the population level of *Meloidogyne incognita*, *Pratylenchus penetrans* and *Trichodorus christiei*. **Assiut Journal of Agricultural Sciences**, v. 20, p. 25-35, 1989.

INOMOTO, M. M.; MOTTA, L. C. C.; BELUTI, B.; MACHADO, A. C. Z. Reação de seis adubos verdes a *Meloidogyne javanica* e *Pratylenchus brachyurus*. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 1, p. 39-44, 2006.

INOMOTO, M. M.; ANTEDOMÊNICO, S. R.; SANTOS, V. P.; SILVA, R. A.; ALMEIDA, G. C. Avaliação em casa de vegetação do uso de sorgo, milho e crotalária no manejo de *Meloidogyne javanica*. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 33, n. 2, p. 125-129, 2008.

JAEHN, A.; REBEL, E. K. Instalação de lavoura nova de cafeeiro em área infestada por *Meloidogyne incognita* com uso de matéria orgânica e nematicida. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 8, p. 265-273, 1984.

LEÓN, L. de; LÓPEZ-PÉREZ, J. A.; RODRÍGUEZ, A.; CASANOVA, D.; ARIAS, M.; BELLO, A. Management of *Meloidogyne arenaria* in protected crops of Swiss chard in Uruguay. **Nematropica**, Auburn, v. 31, p. 103-138, 2001.

LORDELLO, L. G. E.; MARINI P. R. 1974. Alguns nematoides parasitos de plantas no Rio Grande do Sul. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 49, p.15-18, 1974.

LORENZETTI, F.; MACI SAAC, S.; ARNASON, J. T.; AWANG, D. V. C.; BUCKLES, D. The phytochemistry, toxicology, and food potential of velvetbean

(*Mucuna* Adans. Spp., Fabaceae). In: BUCKLES, D.; ETEKA, A. L.; OSINAME, O.; GALIBA, M.; GALIANO, N. (Eds.). **Cover crop in West Africa contributing to sustainable agricultura**. Ottawa: International Maize and Wheat Improvement Center, 1998. p. 67-84.

LUNA, J. Crop rotation and cover crops suppress nematodes in potatoes. **Pacific Northwest Sustainable Agriculture**, p. 4-5, 1993.

MAPA. **Sistema de agrotóxicos fitossanitários**. 2010. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 28 set. 2010.

McSORLEY, R.; DICKSON, D. W.; BRITO, J. A.; HOCHMUTH, R. C. Tropical rotation crops influence nematode densities and vegetables yield. **Journal of Nematology**, St. Paul, v. 26, p. 308-314, 1994.

MENDES, W. P.; GOMES, L. A. A; MALUF, W. R.; AZEVEDO, S. M; FREITAS, J. A; LICURSI, V. Resistência de cultivares de alface à infecção por *Meloidogyne javanica*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 14, n. 1, p. 99, 1996.

MENDES, W. P. **Hospedabilidade e resistência de cultivares de alface (*Lactuca sativa* L.) aos nematóides das galhas *Meloidogyne incognita* (raças 1, 3 e 4) e *Meloidogyne javanica***. 1998. 43 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.

MIYASAKA, S. Histórico de estudos de adubação verde, leguminosas viáveis e suas características. In: FUNDAÇÃO CARGILL (Org.). **Adubação verde no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 1984. p. 64-123.

MOURA, R. M.; PEDROSA, E. M. R.; MARANHA, S. R. V. L.; MOURA, A. M.; MACEDO, M. E. A.; SILVA, E. G. Nematoides associados à cana-de-açúcar no Estado do Pernambuco, Brasil. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 4, p. 92-99, 1999.

NOVARETTI, W. R. T.; NELLI, E. J.; DINARDO, L. L.; CARDERAN. Influência da época de plantio da cana-de-açúcar no controle químico de nematoides. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 8, p. 218-231, 1984.

NOVARETTI, W. R. T.; MONTEIRO, A.; FERRAZ, L. C. B. Controle químico de *Meloidogyne incognita* e *Pratylenchus zae* em cana-de-açúcar com carbofuran e terbufós. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 60-73, 1998.

ONAPITAN, J. A.; AMOSU, J. O. Pathogenicity and histopathology of *Pratylenchus brachyurus* and *Helicotylenchus pseudorobustus* on sugarcane. **Nematropica**, Auburn, v. 12, p. 51–60, 1982.

PANDEY, R.; SIKORA, R. A.; KALRA, A.; SING, H. B.; PANDEY, S. Plants and their products act as major nematode inhibitory agents. In; TRIVEDI, P. C. (Ed.). **Nematode management in plants**. Jodhpur: Scientific Publishers, 2003. p. 103-1.

RAJARAM, N.; JANARDHANAN, K. The biochemical composition and nutritional potential of the pulse, *Mucuna gigantea* (Willd) DC. **Plant Foods for Human Nutrition**, Dordrecht, v. 44, p. 45-51, 1991.

REDDI, C. K. Nitrogen fixation and nematode resistance of 13 tropical legumes. **Dissertation Abstracts International**, v. 44, p. 380, 1983.

RODRÍGUEZ-KÁBANA, R.; INGRAM, E. G. Susceptibility of pigeon pea to plant parasitic nematodes in Alabama. **Nematropica**, Auburn, v. 8, p. 32-35, 1978.

RODRÍGUEZ-KÁBANA, R. Organic and inorganic nitrogen amendments to soil as nematode suppressants. **Journal of Nematology**, St. Paul, v. 18, p. 129-35, 1986.

RODRÍGUEZ-KÁBANA, R.; PINOCHET, J.; ROBERTSON, D. G.; WELLS, L. Crop rotation studies with velvetbean (*Mucuna deeringiana*) for the management of *Meloidogyne* spp. **Journal of Nematology**, St. Paul, v. 24, p. 662-668, 1992.

ROSA, R. C. T.; MOURA, R. M.; PEDROSA, E. M. R. Efeito do uso de *Crotalaria juncea* e carbofuran observados na colheita de cana planta. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 2, p.167-171, 2003.

ROSSI, C. E.; LIMA, C. B. Controle alternativo de nematóides em cultura orgânica de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 2, n. 1, p. 1545-1548, 2007.

SANO, Z. I.; NAKASONO, K.; ARAKI, M. Penetration and development of *Meloidogyne incognita* in some enemy and host plants. **Proceedings of the Association for Plant Protection of Kyushu**, Tokio, v. 29, p. 132-136, 1983.

SANO, Z. I.; NAKASONO, K. Histological responses of three leguminous enemy plants to the penetration and development of *Meloidogyne incognita*. **Japanese Journal of Nematology**, Hokkaido, v. 16, p. 48-55, 1986.

SANTANA, A. A.; MOURA, R. M.; PEDROSA, E. M. R. Efeito da rotação com cana-de-açúcar e *Crotalaria juncea* sobre populações de nematóides parasitos do inhame-da-costa. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 27, n.1, p.13-16, 2003.

SANTANA, S. M. de; CUNHA, T. P. L.; DIAS-ARIEIRA, C. R.; BIELA, F.; RODRIGUES, D. B.; OBICI, L. V.; FONTANA, L. F.; ROLDI, M. Plantas antagonistas no controle de nematoides em áreas de cultivo de hortaliças. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 43., 2010, Cuiabá. **Resumos...**São Paulo: Tecart, 2010. p. 5.

SANTOS, H. S. **Efeitos de sistemas de manejo do solo e de métodos de plantio na produção de alface (*Lactuca sativa* L.) em abrigo com solo naturalmente infestado com *Meloidogyne javanica*.** 1995. 88 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1995.

SCHMITT, D. P. Populations dynamics. In: RIGGS, R.D.; WRATHER, J.A. (Eds.). **Biology and Management of the Soybean Cyst Nematode.** St. Paul: The American Phytopathology Society, 1992. p. 51-59.

SEVERINO, J. J.; DIAS-ARIEIRA, C. R.; TESSMANN, D. J.; SOUTO, E. R. Identificação de populações de *Meloidogyne* spp. parasitas da cana-de-açúcar na região noroeste do Paraná pelo fenótipo da isoenzima Esterase. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 3, p. 206-211, 2008.

SEVERINO, J. J.; DIAS-ARIEIRA, C. R.; TESSMANN, D. J. Nematodes associated with sugarcane (*Saccharum* spp.) in sandy soils in Parana, Brazil. **Nematropica**, Auburn, v. 40, n. 1, p. 111-119, 2010.

SIKORA A.; FERNÁNDEZ, E. Nematode parasites of vegetables. In: LUC M; SIKORA RA; BRIDGE J. (Eds.). **Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture.** Wallingford: CAB International, p. 319-392, 2005.

SILVA, G. S.; FERRAZ, S.; SANTOS, J. M. Efeito de *Crotalaria* spp. sobre *Meloidogyne javanica*, *M. incognita* raça 3 e *M. exigua*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 15, p. 94-96, 1990a.

SILVA, G. S.; FERRAZ, S.; SANTOS, J. M. Histopatologia de raízes de *Crotalaria* parasitadas por *Meloidogyne javanica*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 15, p. 46-48, 1990b.

SILVEIRA, D.; HERRERA, O. J. Principales problemas nematologicos de Cuba. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE NEMATOLOGIA TROPICAL, 1, 1995, Rio Quente. **Anais...**Piracicaba, Sociedade Brasileira de Nematologia, 1995, p. 165-171.

SILVEIRA, P. M. da; RAVA, C. A. **Utilização de crotalária no controle de nematoides da raiz do feijoeiro.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2004. 2 p.

THAKAR, N. A.; YADAV, B. S. Role of total phenols in pigeonpea resistance to reniform nematode. **Indian Journal of Nematology**, New Delhi, v. 16, p. 261-263, 1986.

VALLE, L. A. C.; FERRAZ, S.; TEIXEIRA, D. A. Estímulo à eclosão de juvenis, penetração e desenvolvimento de *Heterodera glycines* nas raízes de mucuna preta (*Mucuna aterrima*) e guandu (*Cajanus cajan*). **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 21, p. 67-83, 1997.

VALLE-LAMBOY, S.; AYALA, A. Pathogenicity of *Meloidogyne incognita* and *Pratylenchus zaeae*, and their association with *Pythium graminicola* on roots of sugarcane in Puerto Rico. **Journal of Agriculture**, Puerto Rico, v. 64, p. 338-347, 1980.

VILLAR, E. M. J.; ZAVALETA-MEJÍA, E. Effect of *Crotalaria longirostrata* Hook y Arnott on root galling nematodes (*Meloidogyne* spp.). **Revista Mexicana de Fitopatología**, Ciudad Obregón, v. 8, p. 166-172, 1990.

WANG, K. H.; SIPES, B. S.; SCHMITT, D. P. Crotalaria as a cover crop for nematode management: a review. **Nematropica**, Auburn, v. 32, p. 35-57, 2002.

WUTKE, E. B. **Adubação verde**: Manejo de fitomassa e espécies utilizadas no Estado de São Paulo. In: WUTKE, E. B.; BULISANI, E. A.; MASCARENHAS, A. A. (Coords.). Campinas: IAC, 1993. p. 17-29.

ZARDO, V. da R. Aspectos da agropecuária paranaense. In: SANTOS, I.; HUBNER, O.; SOUZA, R.; ZARDO, V. da R. **Perfil da agropecuária paranaense**. Curitiba, 2003. p. 5-14.

CAPÍTULO I

MANEJO DE NEMATOIDES DE LESÕES RADICULARES, POR PLANTAS ANTAGONISTAS, EM SOLOS NATURALMENTE INFESTADOS DE ÁREAS DE CULTIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR

RESUMO. O trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de plantas antagonistas no controle de *Pratylenchus zaeae* e *Helicotylenchus* spp. em cana-de-açúcar, em solos naturalmente infestados. Para isto, coletaram-se solos de três áreas cultivadas com cana-de-açúcar, sendo depositados em vasos de 3,5 L. Cada vaso recebeu duas mudas de tomateiro e de milho para possibilitarem a multiplicação dos nematoides. Após dois meses, a parte aérea das plantas foi descartada e transplantaram-se para o vaso duas mudas de cana cv. RB72454. Decorridos 60 dias, o sistema radicular foi coletado para análise da população inicial; cada vaso recebeu então duas mudas das plantas antagonistas (*Stizolobium aterrimum*, *Crotalaria spectabilis*, *Cajanus cajan*), sendo o milho usado como testemunha. Após 60 e 110 dias do cultivo, o sistema radicular e 100 cm³ de solo foram retirados para avaliações. Em seguida, cada vaso recebeu duas mudas de cana para avaliar o efeito residual dos tratamentos. O experimento foi em fatorial 4x3x2, sendo quatro espécies vegetais, três tipos de solo e dois períodos de permanência, com quatro repetições. Não foi verificada a interação entre os fatores. Observou-se que *C. spectabilis* e *C. cajan* reduziram a população de *P. zaeae*, independente do tipo de solo e período de permanência. *Stizolobium aterrimum*, apesar de ter reduzido a população do nematoide, quando comparada à testemunha, apresentou fator de reprodução maior que um nos dois períodos de permanência no solo argiloso e, após 110 dias de cultivo em um solo arenoso. A cana cultivada após as antagonistas, nos solos arenosos, apresentou médias de altura superiores à testemunha. *Helicotylenchus* também foi constatado nas amostras, mas os dados obtidos durante o experimento foram inconsistentes.

Palavras-chave: Crotalária, guandu, manejo, mucuna, *Pratylenchus zaeae*, rotação.

MANAGING ROOT-LESION NEMATODES WITH ANTAGONISTIC PLANTS IN NATURALLY INFESTED SUGARCANE GROWING AREAS

ABSTRACT. The aim of this study was to evaluate the efficiency of antagonistic plants in controlling *Pratylenchus zae* and *Helicotylenchus* spp. in sugarcane growing areas with naturally infested soils. For this purpose, soil from three sugarcane growing areas was collected and put into 3.5 L pots. Each pot received two tomato and maize seedlings, in order to provide nematode reproduction. After two months, the aboveground of the plant was discarded and two RB72454 sugarcane seedlings cultivar were planted in the pot. After 60 days, the root system was collected to calculate the initial population of the nematode. Two antagonistic plant seedlings (*Stizolobium aterrimum*, *Crotalaria spectabilis*, *Cajanus cajan*) was then planted in each pot, and maize was used as control. After 60 and 110 days, the root system and 100 cm³ of soil were processed for analysis. After this, two sugarcane seedlings were planted in each pot, in order 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 not observed interaction between these factors. A reduction in the *P. zae* population was observed in *C. spectabilis* and *C. cajan*, regardless of the type of soil or cultivation periods. Despite reducing nematode population when compared with the control, *Stizolobium aterrimum* showed a reproduction factor greater than one in the two cultivation periods, in the clay soil, and after 110 days of cultivation in sandy soil. Sugarcane planted in sandy soil after the antagonists showed higher high plant averages than the control. *Helicotylenchus* spp. was also found in the samples but the data collected during the experiment was inconsistent.

Key words: Sunn plant, pigeon pea, management, velvet bean, *Pratylenchus zae*, crop rotation.

1 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é monocultivada em diferentes regiões do Brasil e um dos indicadores do desequilíbrio desse agroecossistema é a presença de fitonematoides limitando a produtividade (ROSSI e LIMA, 2007). De acordo com Cadet e Spaul (2005), o fato de a cultura ser cultivada quase que continuamente, com poucos meses de pausa entre remoção da soca e replantio, favorece o desenvolvimento de populações elevadas de espécies selecionadas destes parasitos. A diversidade de nematoides em cana é maior que na maioria das outras plantas cultivadas, com mais de 310 espécies de 48 gêneros endo e ectoparasitos. No entanto, aquelas mais freqüentemente 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. A espécie *P. brachyurus* (Godfrey, 1929) Filipjev e Stekhoven, 1941 também tem sido comum nos canaviais brasileiros (DINARDO-MIRANDA, 2005a; SEVERINO et al., 2010).

Em áreas de produção comercial de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo, Novaretti et al. (1998) relataram altas populações de *M. incognita*, *M. javanica* e *P. zae*. Dinardo-Miranda et al. (2003) detectaram as mesmas populações associadas à cultura da cana-de-açúcar na região canavieira de Piracicaba (SP). Severino et al. (2010), trabalhando com solos arenosos do noroeste do Paraná, constataram que nematoides do gênero *Pratylenchus* estavam presentes em 85,3% das amostras; desse total, *P. zae* foi encontrada em 73,0% do material avaliado e *P. brachyurus* em 13,5%.

Dinardo-Miranda (2005b) relatou que *M. javanica* e *P. zae* causam, em média, 20 a 30% de redução de produtividade, no primeiro corte de cultivares suscetíveis, enquanto *M. incognita* pode ocasionar perdas maiores, ao redor de 40%. Em casos de cultivares 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 aqueles ocorrentes nas socas subsequentes que, embora menores, são também significativos, podendo atingir valores entre 10 e 20 t ha⁻¹

¹ por corte, o que reduz drasticamente a longevidade das soqueiras (DINARDO-MIRANDA et al., 2000; BOND 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 cultivares resistentes é a estratégia mais desejada, no entanto, ainda há uma carência no mercado de cultivares comerciais, de alta produtividade, resistentes às espécies importantes para a cultura (DINARDO-MIRANDA, 2005b).

No que tange ao uso de nematicidas, Dinardo-Miranda et al. (2001), estudaram a ação dos nematicidas carbofuran, aldicarb e ethoprophos aplicados no plantio da cv. RB835113 em áreas infestadas por *M. incognita* e *P. zea*. Todos os nematicidas mostraram-se eficientes no controle dos nematoides, reduzindo significativamente as populações durante, pelo menos, quatro meses após o plantio. Pesquisas têm mostrado que o uso de nematicida em cana-de-açúcar tem promovido incrementos significativos de produtividade agrícola, variando de 29, 8 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 de os nematicidas serem o método de controle mais comumente utilizado, em alguns casos a relação custo/benefício não é vantajosa (DIAS-ARIEIRA e BARIZÃO, 2009), 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, contribui para a melhoria das características gerais do solo (ANSELMINI, 2009). De acordo com Silveira e Rava (2004), algumas leguminosas tropicais, como *Crotalaria spectabilis* Roth, 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 (ESPÍNDOLA e FEIDEN, 2004).

Algumas espécies são comprovadamente eficientes em controlar a população destes patógenos, como as crotalárias e mucunas (RODRÍGUEZ-KÁBANA et al., 1992; DIAS et al., 1995; BARBOSA et al., 1999; WANG et al., 2002; CALABRIA et al., 2010; SANTANA et al., 2010).

No trabalho de Inomoto et al. (2008), comprovou-se que *Crotalaria juncea* L. e *C. spectabilis* foram redutoras da densidade de *M. javanica* no solo. Santana et al. (2003) concluíram haver uma ação supressiva da cultura sobre os parasitos. Corrobora a esses resultados, o trabalho de Inomoto et al. (2006), no qual se estudou a reação de seis adubos verdes a *M. javanica* e *P. brachyurus*. Os autores concluíram que guandu anão (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.), *Crotalaria breviflora* DC., *C. spectabilis* e mucuna-preta (*Stizolobium aterrimum* Piper e Tracy) diminuíram a população de *M. javanica*, enquanto guandu anão, *C. breviflora*, *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. zaeae*. Portanto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da rotação de cultura em cana-de-açúcar com plantas antagonistas, sobre a população de fitonematoides em três solos naturalmente infestados.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para esse estudo foram realizadas, avaliações prévias de áreas do noroeste do Paraná infestadas com nematoides. Coletaram-se amostras de solo de áreas de cultivo de cana-de-açúcar de diferentes municípios, sendo selecionadas aquelas com histórico de, no mínimo, sete anos de cultivo da cultura. Cada amostra de 0,5 kg foi composta por quatro subamostras, coletadas de talhões de dois hectares. As amostras foram encaminhadas ao laboratório de fitopatologia da Universidade Estadual de Maringá, *Campus* Regional de Umuarama, onde os nematoides foram extraídos de 100 cm³ de solo, através da metodologia de Jenkins (1964).

As análises foram feitas sob microscópio óptico, determinando-se os gêneros e o número médio de nematoides presentes em cada amostra. Em função disso, selecionaram-se três áreas (duas com solo de textura arenosa, nos municípios de Perobal e Umuarama e uma argilosa, em Iguatemi, distrito de Maringá) com os maiores números de fitonematoides. Amostras de solo foram encaminhadas ao laboratório de solos para análise química e física (Tabela 5).

Após a seleção das áreas, realizou-se a coleta de aproximadamente 300 L de solo de cada área. Estes foram trazidos para a 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 mudas de milho (PL 6880) e de tomateiro cv. Santa Clara, que permaneceram por dois meses para reprodução dos fitonematoides, uma vez que são hospedeiras de *Pratylenchus* spp. e *Meloidogyne* spp., respectivamente. Ao término desse período, descartou-se a parte aérea destas plantas e procedeu-se, em cada vaso, o plantio de duas mudas de cana-de-açúcar cv. RB72454 (suscetível a ambos os nematoides).

Para a preparação das mudas de cana-de-açúcar, os toletes foram cortados de forma a conter apenas uma gema, sendo colocados em recipiente gerbox, com papel absorvente e água, permanecendo por cerca de sete dias no germinador, numa temperatura de aproximadamente 28 °C, para que as

gemas pudessem iniciar o desenvolvimento, sendo posteriormente transferidos para os vasos.

As plantas foram mantidas por 60 dias, possibilitando a multiplicação dos nematoides. Em seguida, a parte aérea foi descartada e retirou-se, de cada vaso, 100 cm³ de solo, bem como um sistema radicular, os quais foram submetidos às metodologias de Jenkins (1964) e Hussey e Barker (1973), adaptada por Boneti e Ferraz (1981), respectivamente. Após as extrações dos nematoides, o material obtido foi observado sob microscópio óptico, utilizando lâmina de Peters.

Posteriormente, cada vaso recebeu, separadamente, duas mudas das plantas antagonistas: *S. aterrimum* cv. Mucuna-preta (mucuna-preta), *C. spectabilis* (crotalária) e *C. cajan* cv. Caqui (guandu), que permaneceram por 60 e 110 dias, caracterizando dois períodos de permanência. Vasos com milho foram usados como testemunha. Decorridos estes períodos, foram realizadas amostragens de um sistema radicular de cada vaso para determinação da população de juvenis e adultos dos fitonematoides. Os valores correspondentes à população inicial (Pi) e final (Pf), obtidos antes e após o cultivo das plantas antagonistas, foram plotados na fórmula $FR = (Pf/Pi)$, onde FR corresponde ao fator de reprodução dos fitonematoides numa determinada planta (OOSTENBRINK, 1966).

Após a retirada das plantas antagonistas, duas mudas de cana-de-açúcar foram transplantadas para cada vaso, para realização do bioteste. As plantas permaneceram nos vasos durante 90 dias, sendo fertilizadas, semanalmente com adubo foliar e, após esse período, foram retiradas dos mesmos, separando-se o sistema radicular e parte aérea. Nesta, foram feitas as avaliações de altura de planta, sendo medida, em metros, da base do caule da planta até a maior folha presente. Realizaram-se também avaliações do número de nematoides (juvenis e adultos) presentes no solo e no sistema radicular, conforme metodologias citadas.

O experimento foi conduzido no período de julho/2009 a agosto/2010. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 3x2x4 (três tipos de solos, dois períodos de permanência das plantas e quatro plantas antagonistas), com quatro repetições. Os dados obtidos foram estatisticamente estudados pela análise fatorial, sendo, posteriormente, as

médias comparadas pelo teste de Tukey a 5%, no programa estatístico SPSS. Para comparar 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.

3 RESULTADOS

As avaliações das populações iniciais indicaram a predominância de *P. zaeae* nas amostras utilizadas no presente estudo. *Helicotylenchus* spp. foi constatado em algumas amostras, enquanto a população de *Meloidogyne* spp. foi praticamente nula.

A análise da interação entre os fatores tipos de solo, tempo de permanência e plantas antagonistas, sobre a população de *P. zaeae*, não foi significativa, o que permitiu os estudos dos mesmos separadamente.

Dessa forma, na tabela 1, correspondente ao solo argiloso, pode-se observar que não houve diferença significativa da população inicial entre os tratamentos, nos dois períodos de permanência. Aos 60 dias de cultivo, observou-se que as plantas antagonistas *C. spectabilis* e *C. cajan* causaram um efeito na redução populacional ($FR < 0,20$), quando comparada à testemunha ($FR = 13,35$), enquanto *S. aterrimum* possibilitou a multiplicação de *P. zaeae* ($FR = 3,52$). No cultivo por 110 dias, crotalária e guandu mais uma vez apresentaram efeitos pronunciados na redução populacional do nematoide, com FR variando de 0,06 a 0,16. O FR observado quando se cultivou a mucuna foi de 16,69 e para o milho, o FR foi igual a 20,40.

Embora a mucuna tenha apresentado uma menor média populacional, quando comparada ao milho, demonstrou-se suscetível, diferentemente das demais antagonistas, as quais se comportaram como resistentes ($FR < 1$). Para as médias obtidas na etapa de bioteste, na qual se cultivou cana-de-açúcar por um período de 90 dias com o objetivo de avaliar o efeito residual das antagonistas sobre a população de nematoides no solo, não houve diferenças significativas entre os tratamentos, em ambos os períodos de permanência, tanto para a população do fitonematoide como para a altura apresentada pelo bioteste. Observou-se que a altura apresentada pela cana-de-açúcar, ao término de seu cultivo, variou de 0,93 a 1,36 m, em ambos os períodos de permanência (Tabela 1).

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	2.249,3 ^{ns}	30.022,5 a	13,35	2.401,3 ^{ns}	1,15 ^{ns}
Crotalária	1.103,0	147,5 b	0,13	121,0	1,08
Guandu	3.225,8	137,5 b	0,04	385,0	1,17
Mucuna	570,5	2.008,8 b	3,52	710,0	1,04
110 dias					
Milho	2.485,5 ^{ns}	50.702,5 a	20,40	915,8 ^{ns}	0,94 ^{ns}
Crotalária	1.279,3	78,75 c	0,06	55,5	0,93
Guandu	1.495,3	240,0 c	0,16	200,5	1,36
Mucuna	645,5	10.775,0 b	16,69	1.292,5	1,05

^{ns} não significativo. Dentro de cada período, as médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

*FR = População final nas antagonistas (Pf)/população inicial (Pi) (OOSTENBRINK, 1966).

Na tabela 2, solo arenoso proveniente de Umuarama, as médias populacionais iniciais dos tratamentos também não apresentaram diferenças significativas, em ambos os períodos de permanência. No que tange à população de *P. zaei* nas plantas antagonistas, observou-se diferenças significativas entre os tratamentos, cujas testemunhas apresentaram as maiores médias populacionais, todavia, a ação das plantas antagonistas foi estatisticamente igual entre si, tanto no primeiro como no segundo período de permanência.

Destaca-se a média populacional do milho cultivado por 110 dias, totalizando 37.142,5 espécimes / sistema radicular. O comportamento de suscetibilidade ao nematoide é representado pelos fatores de reprodução dessa planta, que foram de 10,29 e 22,10, para 60 e 110 dias de cultivo, respectivamente. Crotalária, guandu e mucuna, independentemente do período de permanência, comportaram-se como resistentes (FR<1) (Tabela 2).

As médias populacionais de *P. zaei* encontradas nos tratamentos do bioteste não diferiram estatisticamente entre si. Em relação ao primeiro período de permanência, as plantas do bioteste apresentaram alturas que variaram de 0,82 a 1,06 m, não sendo as diferenças estatisticamente significativas. No

entanto, no segundo período de permanência, a testemunha apresentou menor altura (0,69 m) em relação aos demais tratamentos, que foram estatisticamente iguais entre si (Tabela 2).

Tabela 2. População inicial (Pi) de *Pratylenchus zaeae* 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 Umuarama - PR

Tratamento	Pi	Pf	FR*	Pb	Altura (m)
60 dias					
Milho	895,0 ^{ns}	9.206,3 a	10,29	1.783,8 ^{ns}	0,85 ^{ns}
Crotalária	1.236,0	30,0 b	0,02	89,8	1,06
Guandu	595,3	45,3 b	0,08	190,5	0,82
Mucuna	1.611,8	0,0 b	0,00	125,0	0,93
110 dias					
Milho	1.680,5 ^{ns}	37.142,5 a	22,10	503,5 ^{ns}	0,69 b
Crotalária	1.155,5	100,0 b	0,09	814,0	0,95 a
Guandu	1.813,5	0,0 b	0,00	115,5	0,96 a
Mucuna	845,3	87,5 b	0,10	32,3	0,95 a

^{ns} não significativo. Dentro de cada período, as médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

*FR = População final nas antagonistas (Pf)/população inicial (Pi) (OOSTENBRINK, 1966).

Na tabela 3, solo arenoso proveniente de Perobal, as médias da população inicial não diferiram estatisticamente, em ambos os períodos de permanência. As médias populacionais após 60 e 110 dias de cultivo das plantas antagonistas diferiram estatisticamente da testemunha, reduzindo, de forma semelhante, a população de *P. zaeae*. Os FR das testemunhas foram superiores a cinco, enquanto que para crotalária e guandu não ultrapassaram 0,15. Já a mucuna apresentou comportamento diferenciado das mesmas. Quando cultivada por 60 dias, comportou-se como resistente (FR=0,03), mas quando cultivada por 110 dias, foi suscetível (FR=1,54).

As populações do fitonematoide no bioteste não diferiram significativamente entre os tratamentos, no primeiro período de permanência. Aos 110 dias, guandu e mucuna apresentaram as menores médias populacionais, no entanto, o comportamento da crotalária foi estatisticamente

igual a todos os tratamentos. Houve aumento significativo na altura da cana-de-açúcar cultivada após 60 dias de permanência do guandu (1,15 m), quando comparada à testemunha (0,91 m) (Tabela 3). Para o período de 110 dias, a cana-de-açúcar cultivada em sucessão ao milho, demonstrou altura (0,64 m) estatisticamente inferior aos demais tratamentos, os quais não diferiram significativamente entre si.

Tabela 3. População inicial (Pi) de *Pratylenchus zae* 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 Perobal – PR

Tratamento	Pi	Pf	FR*	Pb	Altura (m)
60 dias					
Milho	3.691,0 ^{ns}	33.261,5 a	9,01	1.619,0 ^{ns}	0,91 b
Crotalária	2.931,5	31,0 b	0,01	512,0	1,00 ab
Guandu	1.280,5	30,0 b	0,02	1.035,0	1,15 a
Mucuna	2.183,8	60,0 b	0,03	836,0	0,93 ab
110 dias					
Milho	2.885,5 ^{ns}	16.050,0 a	5,56	641,5 a	0,64 b
Crotalária	4.717,5	717,5 b	0,15	419,8 ab	0,92 a
Guandu	2.235,5	245,0 b	0,11	9,3 b	0,99 a
Mucuna	1.908,2	2.940,0 b	1,54	15,7 b	0,92 a

^{ns} não significativo. Dentro de cada período, as médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

*FR = População final nas antagonistas (Pf)/população inicial (Pi) (OOSTENBRINK, 1966).

A população inicial de *Helicotylenchus* spp. nas amostras obtidas de solos arenosos foi muito baixa e não diferiu entre si em nenhuma das avaliações realizadas (dados não apresentados).

Nas amostras de solo argiloso (Iguatemi), as médias populacionais iniciais de *Helicotylenchus* spp., nas duas épocas de permanência, não foram significativas (Tabela 4). Nas plantas antagonistas esse fitonematoide apresentou comportamento diferenciado daquele apresentado por *P. zae*. A população de *Helicotylenchus* spp., no primeiro período de permanência, foi menor na testemunha e no guandu, diferindo estatisticamente da mucuna, que

apresentou a maior média populacional. O número de nematoides na crotalária foi estatisticamente igual a todos os tratamentos. Já no segundo período de permanência, as médias dos tratamentos não foram significativas (Tabela 4).

Na mucuna cultivada por 60 dias, *Helicotylenchus* spp. apresentou o maior fator de reprodução. Já quando cultivada por 110 dias, não foi possível determiná-lo, devido à ausência da população inicial. As médias populacionais do bioteste, em ambos os períodos de permanência, não foram significativas (Tabela 4).

Tabela 4. População inicial (Pi) de *Helicotylenchus* spp. 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 e população na cana-de-açúcar (Pb) cultivada por 90 dias, após as antagonistas, em solo argiloso, naturalmente infestado, de Iguatemi - PR

Tratamento	Pi	Pf	FR*	Pb
60 dias				
Milho	29,8 ^{ns}	0,0 b	0,00	0,0 ^{ns}
Crotalária	10,0	125,0 ab	12,50	43,8
Guandu	0,0	60,0 b	-	42,5
Mucuna	19,8	326,3 a	16,48	35,5
110 dias				
Milho	19,5 ^{ns}	300,0 ^{ns}	15,38	15,0 ^{ns}
Crotalária	0,0	2451,3	-	212,0
Guandu	0,0	215,0	-	87,8
Mucuna	0,0	420,0	-	251,5

^{ns} não significativo. Dentro de cada período, as médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

*FR = População final nas antagonistas (Pf)/população inicial (Pi) (OOSTENBRINK, 1966).

Através do teste T observou-se que o período de permanência das plantas antagonistas não afetou significativamente a população de *P. zae*, independente do tipo de solo (Figuras 1, 2 e 3).

Na figura 1, referente ao solo argiloso, observou-se que no milho, a população de *P. zae* variou de 30.000 a 50.000. Dentre as plantas antagonistas, a mucuna foi a que apresentou as maiores médias, porém estatisticamente iguais nas duas épocas de avaliações. Já para crotalária e guandu, as médias populacionais, obtidas nas duas épocas de permanência, foram inferiores à população inicial.

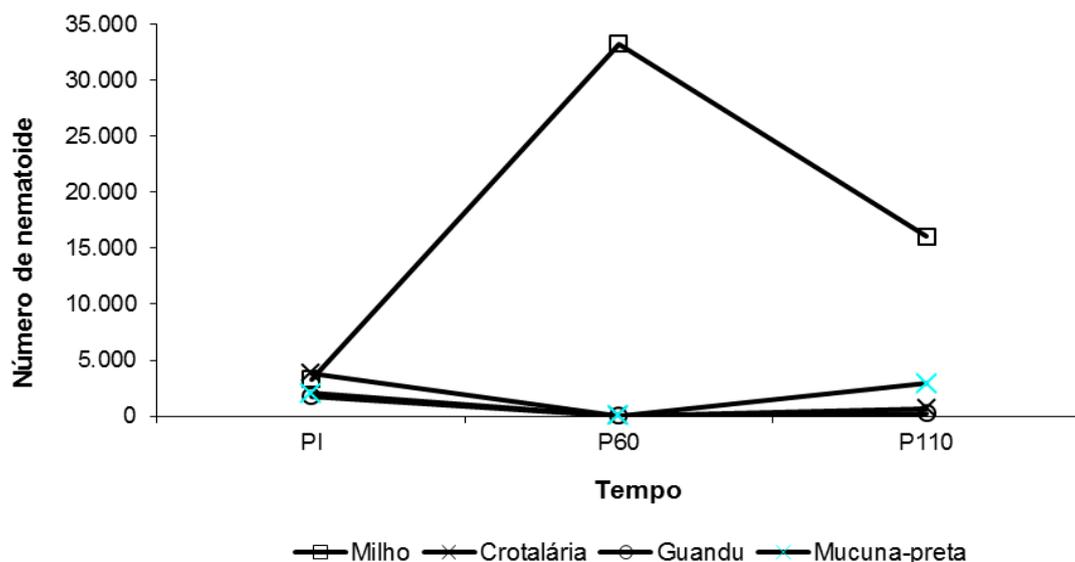


Figura 1. Avaliação do tempo de permanência das plantas antagonistas sobre a população de *Pratylenchus zaei*, em solo argiloso de Iguatemi - PR, sendo PI= população inicial, P60= população nas plantas antagonistas após 60 dias de cultivo e P110= população nas plantas antagonistas após 110 dias de cultivo.

Os resultados obtidos no solo arenoso do município de Umuarama (Figura 2) demonstraram aumento populacional não significativo de *P. zaei* no milho e redução, também não significativa para as plantas antagonistas.

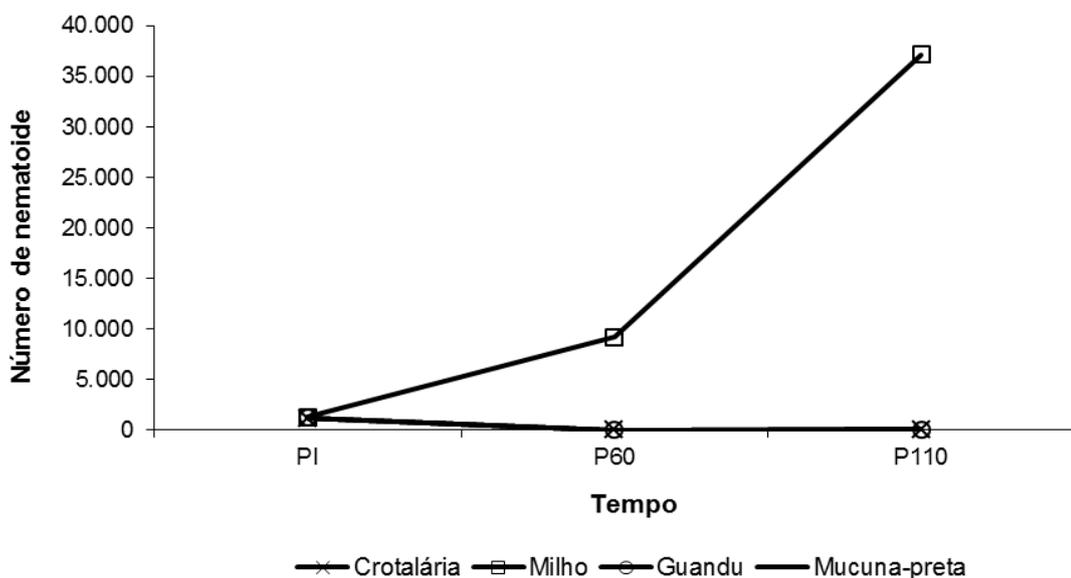


Figura 2. Avaliação do tempo de permanência das plantas antagonistas sobre a população de *Pratylenchus zaei*, em solo arenoso do município de Umuarama - PR, sendo PI= população inicial, P60= população nas plantas antagonistas após 60 dias de cultivo e P110= população nas plantas antagonistas após 110 dias de cultivo.

Na figura 3, solo arenoso do município de Perobal, notou-se que o milho apresentou um aumento populacional de *P. zae*, até os 60 dias de permanência, posteriormente, com 110 dias, a população foi reduzida, porém estatisticamente igual a anterior. Para as plantas antagonistas, mais uma vez, o período de permanência não afetou significativamente a população do nematoide.

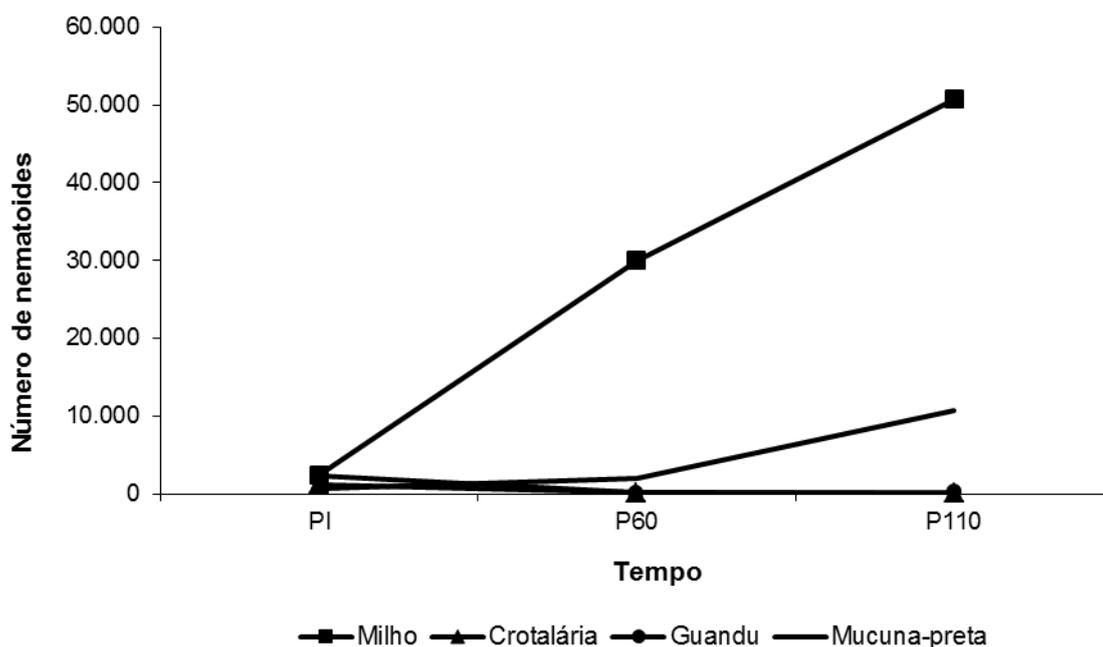


Figura 3. Avaliação do tempo de permanência das plantas antagonistas sobre a população de *Pratylenchus zae*, em solo arenoso do município de Perobal - PR, sendo PI= população inicial, P60= população nas plantas antagonistas após 60 dias de cultivo e P110= população nas plantas antagonistas após 110 dias de cultivo.

Os diferentes tipos de solos, infestados naturalmente com fitonematoides, os quais foram fontes de estudo do presente trabalho, apesar de apresentarem características químicas e físicas diferenciadas (Tabela 5), não exerceram efeito de interação nas médias populacionais obtidas nos tratamentos.

Tabela 5. Resultado das análises químicas e granulométricas dos solos de Iguatemi – PR, Umuarama - PR e Perobal - PR, infestados naturalmente com fitonematoides

Análise química								
Identificação	pH	Al³⁺	Ca²⁺	Mg²⁺	K⁺	P	C	V
	H ₂ Ocmol _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				
Identificação	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.

4 DISCUSSÃO

De acordo com as avaliações das populações iniciais, houve a predominância de *P. zae* 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, 3 e 4), demonstrando a homogeneização adequada e, conseqüentemente, a uniformidade das populações em cada tipo de solo.

O cultivo de crotalária, 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 respectivos valores superiores a 5,56. Corroboram estes resultados o trabalho de Oliveira et al. (2008), no qual os autores observaram que o sistema de cultivo rotacionado cana-crotalária-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, 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 et al. (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 crotalária 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. Mais recentemente, Inomoto et al. (2006) observaram que *C. spectabilis* e *C. breviflora*

comportaram-se como resistentes a *P. brachyurus*, com FR iguais a 0,16 e 0,24, respectivamente. 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 crotalária 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 (ESPÍNDOLA e FEIDEN, 2004).

A mucuna apresentou comportamento variável. Apesar de a população de *P. zae* ser 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 3,52 a 16,69, após 60 e 110 dias de cultivo, respectivamente (Tabela 1). Por outro lado, nas amostras de 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 ELSSEN, 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 ELSSEN, 2002), hipótese que pode explicar a discordância dos resultados. Contudo, é importante ressaltar que os tipos de solos utilizados nos experimentos também podem ter contribuído para estes resultados.

Arim et al. (2006) constataram que o consórcio entre milho e *S. atterimum* 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 nematicidas 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, Moura e Oliveira (2009) concluíram que o cultivo por três meses de mucuna, seguido de três meses de crotalária, e o tratamento inverso, promoveu reduções de até 100% na reprodução de *P. zae* em áreas naturalmente infestadas no Estado de Pernambuco. 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. aterrimum*. Inomoto et al. (2006) também observaram a suscetibilidade de mucuna à *P. brachyurus*, com FR igual a 14,35 e 8,73 para mucuna-preta e mucuna cinza, respectivamente, após 63 dias de inoculação.

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 das lesões radiculares, principalmente envolvendo populações de nematoides oriundas de diferentes regiões e em diferentes tipos de solo.

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, com FR máximo de 0,16. A resistência de guandu a *P. zae* foi anteriormente comprovado 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. (AGUILLERA et al., 1988). Porém, é importante salientar que para outras espécies de nematoides de lesões radiculares, 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 antagonistas sobre a população remanescente de nematoides no solo. Contudo, observou-se que o número de

nematoides recuperados (solo + raiz) após o bioteste foi muito baixo e, com exceção das amostras obtidas de Perobal após 110 dias de cultivo das antagonistas, não houve diferença estatística entre os tratamentos. Uma hipótese que explica este resultado é a retirada do sistema radicular das plantas antagonistas e testemunha para as avaliações laboratoriais, o que promoveu a remoção de grande parte de espécimes do fitoparasito presente nas unidades experimentais, visto tratar-se de um nematoide endoparasito migrador. Apesar de a população final após o cultivo das antagonistas, apresentada nas tabelas 1, 2 e 3, equivaler à somatória do número de espécimes no solo e nas raízes, quando as amostras de solo e raízes foram analisadas separadamente, observou-se um número muito reduzido de nematoides no solo (dados não apresentados). Desta forma, a partir dos dados obtidos no trabalho não é possível concluir se houve ou não efeito residual das plantas antagonistas sobre a população remanescente de nematoide. Possivelmente, um maior período de permanência da cana-de-açúcar após o cultivo das antagonistas possa elucidar esta questão.

Apesar de a população do bioteste não ter contribuído para elucidação do efeito residual das plantas antagonistas, a altura da cana-de-açúcar, ao término do período de cultivo, demonstrou diferenças significativas entre os tratamentos dos solos arenosos (Tabelas 2 e 3), nos quais se observou que o cultivo de tais plantas, promoveu maiores alturas de planta. 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 et al., 2000), possibilitando a melhoria das características físicas, químicas e biológicas do solo (ESPÍNDOLA e FEIDEN, 2004).

A tabela 4 demonstra o aumento populacional de *Helicotylenchus* spp. na mucuna-preta, cultivada por 60 dias. Aos 110 dias de cultivo, não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos. A suscetibilidade de plantas antagonistas a *Helicotylenchus dihystra* (Cobb, 1893) Sher, 1961, incluindo mucuna-preta, crotalária e guandu, foi confirmada por Cassimiro et al. (2007). Porém, os resultados aqui obtidos são pouco conclusivos para este nematoide, visto que os dados foram bastante inconsistentes. A elevada

população de *P. zae* nas unidades experimentais pode ter causado danos ao sistema radicular, destruindo sítios de alimentação de *Helicotylenchus* spp. e afetando negativamente sua população. Apesar da carência de pesquisas a respeito da interação entre *Pratylenchus* e *Helicotylenchus*, que possam confirmar esta hipótese, o estudo histopatológico do parasitismo isolado destes nematoides em cana-de-açúcar mostrou que ambos infectaram o córtex, porém a infecção pelo nematoide de lesões radiculares foi mais precoce e mais destrutiva do que a de *H. pseudorobustus* (Steiner, 1914) Golden, 1956 (ONAPITAN e AMOSU, 1982).

No presente trabalho não foi constatada relação dos tipos de solo e os resultados obtidos. Resultados semelhantes foram observados por Moura e Oliveira (2009), no qual trabalhando com rotação entre leguminosas e cana-de-açúcar, e outras práticas de manejo, em diferentes ambientes edáficos no Estado de Pernambuco também concluíram que as condições de solo não influenciaram os resultados obtidos para o controle de *P. zae*.

Observou-se que o tempo 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 tratar-se de resultados de casa-de-vegetação, mesmo trabalhando com solo naturalmente infestado, é preciso cautela ao extrapolá-los para o campo, sendo necessários trabalhos complementares em condições naturais.

5 CONCLUSÕES

Crotalária e guandu reduziram a população de *P. zae* após 60 e 110 dias de cultivo, independente do tipo de solo. A mucuna-preta foi eficiente em reduzir a população do nematoide nos solos arenosos, porém, no solo argiloso, comportou-se como suscetível. As plantas antagonistas aumentaram a altura da cana-de-açúcar nos solos arenosos. Os resultados foram inconsistentes para o manejo de *Helicotylenchus* spp.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILLERA, M. M.; PIZANNO, M. A.; MATTHIESEN, L. A.; DEGASPARI, N. Influência de leguminosas sobre nematoides parasitos em áreas de reforma de cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 12., 1988. Dourados. **Resumos...**Dourados: EMBRAPA-UEPAE de Dourados, 1988. p.15.

ALCÂNTARA, F. A. de. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um Latossolo vermelho escuro degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 2, p. 277-288, 2000.

ANSELMINI, R. Palha, rotação e adubos verdes integram manejo sustentável. **JornalCana**, Campinas, p. 33-42, fev. 2009.

ARIM, O. J.; WACEKE, J. W.; WAUDO, S. W.; KIMENJU, J. W. Effects of *Canavalia ensiformis* and *Mucuna pruriens* intercrops on *Pratylenchus zeae* damage and yield of maize in subsistence agriculture. **Plant Soil**, Nairobi, v. 284, p. 243–251, 2006.

BARBOSA, L. C. A.; BARCELOS, F. E.; DEMUNER, A. J.; SANTOS, M. A. Chemical constituents from *Mucuna aterrima* with activity against *Meloidogyne incognita* and *Heterodera glycines*. **Nematropica**, Auburn, v. 29, p. 81-88, 1999.

BARROS, A. C. B.; MOURA, R. M.; PEDROSA, E. M. R. Aplicação de Terbufós no controle de *Meloidogyne incognita* raça 1 e *Pratylenchus zeae* em cinco variedades de cana-de-açúcar no Nordeste. Parte 1 – Efeitos na cana planta. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 1, p. 73-78, 2000.

BARROS, A. C. B.; MOURA, R. M.; PEDROSA, E. M. R. Estudo de interação variedade-nematicida em cana-de-açúcar, em solo naturalmente infestado por *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *Pratylenchus zeae*. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 1, p. 39-46, 2005.

BOND, J. P.; MCGAWLEY, E. C.; HOYS, J. W. Distribution of Plant-Parasitic Nematodes on Sugarcane in Louisiana and Efficacy of Nematicides. **Journal of Nematology**, St. Paul, v. 32, n. 4S, p. 493-501, 2000.

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

CADET, P.; SPAULL, V. Nematode parasites of sugarcane. In: LUC, M.; SIKORA, R. A.; BRIDGE, J. (Eds). **Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture**. Wallingford: CAB International, 2005. p. 645-674.

CALABRIA, Z. K. P.; GOMES FILHO, G. A.; SILVA, R. A.; AMORIM, L. D. Efeito de sete coberturas vegetais na supressão de *Pratylenchus brachyurus* no solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 43., 2010, Cuiabá. **Resumos...**São Paulo: Tecart, 2010. p. 4.

CASSIMIRO, C. M.; ARAÚJO, E.; OLIVEIRA, E. F.; SANTOS, E. S.; LACERDA, J. T. Plantas antagônicas e alqueive sobre a dinâmica populacional de nematoides no solo e na rizosfera do abacaxizeiro cv. Pérola. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 1., n. 1, p. 43-50, 2007.

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

DE WAELE, D.; ELSEN, A. Migratory Endoparasites: *Pratylenchus* and *Radopholus* Species. In: STARR, J. L.; COOK, R.; BRIDGE, J. (Eds.). **Plant resistance to parasitic nematodes**. Wallingford: CAB International, 2002. p. 175-206.

DIAS, W. P.; FERRAZ, S.; SILVA, F. A.; LIMA, R. D.; VALLE, L. A. C. Hospedabilidade de espécies de ervas daninhas ao nematoide de cistos da soja. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 1-2, p. 9-14, 1995.

DIAS-ARIEIRA, C. R.; BARIZAO, D. A. O. Canaviais infestados. **Revista Cultivar - Grandes Culturas**, Pelotas, p. 12-14, 2009.

DINARDO-MIRANDA, L. L. Nematoides e pragas de solo em cana-de-açúcar. **Encarte Técnico Potafós**, Piracicaba, v. 110, p. 25-32. 2005a.

DINARDO-MIRANDA, L. L. Manejo de nematoides em cana-de-açúcar. **JornalCana**, Campinas, v. 141, p. 65-69, 2005b.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; GARCIA, V.; MENEGATTI, C. Controle químico de nematoides em soqueiras de cana-de-açúcar. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 1, p. 55-58, 2000.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; MENEGATTI, C. C.; PIVETTA, J. P. Eficiência de nematicidas aplicados no plantio da cana-de-açúcar. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 2, p. 171-174, 2001.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; GARCIA, V. Efeito da época de aplicação de nematicidas em soqueira de cana-de-açúcar. **Nematologia Mediterranea**, Bari, v. 26, n. 2, p. 65-67, 2002.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; GIL, M. A.; COELHO, A. L.; GARCIA, V.; MENEGATTI, C. C. Efeito da torta de filtro sobre as infestações de nematoides e a produtividade da cana-de-açúcar. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 1, p. 61-67, 2003.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; GIL, M. A.; GARCIA, V.; COELHO, A. L. Produtividade de variedades de cana-de-açúcar em plantio de ano com nematicidas em área infestada com *Pratylenchus zae*. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 1, p. 23-26, 2004.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; PIVETTA, J. P.; FRACASSO, J. V. Influência da época de aplicação de nematicidas em soqueiras sobre as populações de nematoides e a produtividade da cana-de-açúcar. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 1, p. 179-190, 2008.

DUNCAN, L. W.; MOENS, M. Migratory endoparasitic nematodes. In: PERRY, R. N.; MOENS, M. (Eds.). **Plant Nematology**. Wallingford: CAB International, 2006. p.123-153.

ENDO, B.Y. Responses of root-lesion nematodes, *Pratylenchus brachyurus* and *P. zae*, to various plants and soil types. **Phytopathology**, Corvallis, v. 49, n. 7. p. 417-421, 1959.

ESPÍNDOLA, J. A. A.; FEIDEN, A. **Adubação verde**. Seropédica: EMBRAPA, 2004. 2 p.

FERRAZ, S.; LOPES, E. A.; FERREIRA, P. A.; AMORA, D. X.; FREITAS, C. F.; CAMPOS, A. V. S. Efeito do cultivo de duas espécies de *Mucuna* sobre a população de *Meloidogyne exigua*, *M. incognita* e *M. javanica*. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 27, p. 236-237, 2003.

FERRAZ, S.; FREITAS, L. G.; LOPES, E. A.; DIAS-ARIEIRA, C. R. **Manejo sustentável de fitonematoides**. Viçosa: UFV, 2010. 306 p.

INOMOTO, M. M.; MOTTA, L. C. C.; BELUTI, B.; MACHADO, A. C. Z. Reação de seis adubos verdes a *Meloidogyne javanica* e *Pratylenchus brachyurus*. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 1, p. 39-44, 2006.

INOMOTO, M. M.; ANTEDOMÊNICO, S. R.; SANTOS, V. P.; SILVA, R. A.; ALMEIDA, G. C. Avaliação em casa de vegetação do uso de sorgo, milho e

- crotalária no manejo de *Meloidogyne javanica*. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 33, n. 2, p. 125-129, 2008.
- JENKINS, W. R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Report**, Davis, v. 48, p.692, 1964.
- JONES, M. L.; HILLOCKS, R. J. Host status for *Pratylenchus zae* of food crops and associated weed species in Malawi. **Afro-Asian Journal of Nematology**, Luton, v. 5, p. 120-126, 1995.
- MARISA, A.; NOGUEIRA, J. S. O.; FERRAZ, S. Nematicidal hydrocarbons from *Mucuna aterrima*. **Phytochemistry**, Pullman, v. 42, n.4, p. 997-998, 1996.
- MOURA, R. M. de.; OLIVEIRA, I. S. de. Controle populacional de *Pratylenchus zae* em cana-de-açúcar em dois ambientes edáficos no nordeste do Brasil. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 33, n. 1, p. 67-73, 2009.
- NOVARETTI, W. R. T.; MONTEIRO, A.; FERRAZ, L. C. B. Controle químico de *Meloidogyne incognita* e *Pratylenchus zae* em cana-de-açúcar com carbofuran e terbufós. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 60-73, 1998.
- OLIVEIRA, F. S.; ROCHA, M. R.; TEIXEIRA, R. A.; FALEIRO, V. O.; SOARES, R. A. B. Efeito de sistemas de cultivo no manejo de populações de *Pratylenchus* spp. na cultura da cana-de-açúcar. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 32, n. 2, p. 117-125, 2008.
- ONAPITAN, J. A.; AMOSU, J. O. Pathogenicity and histopathology of *Pratylenchus brachyurus* and *Helicotylenchus pseudorobustus* on sugarcane. **Nematropica**, Auburn, v. 12, p. 51-60, 1982.
- OOSTENBRINK, R. Major characteristics of the relation between nematodes and plants. **Mededeelingen der Landbouw-Hoogeschool**. Wageningen, v. 66, p. 1-46, 1966.
- RODRÍGUEZ-KÁBANA, R.; PINOCHET, J.; ROBERTSON, D. G.; WELLS, L. Crop rotation studies with velvetbean (*Mucuna deeringiana*) for the management of *Meloidogyne* spp. **Journal of Nematology**, St. Paul, v. 24, p. 662-668, 1992.
- ROSSI, C. E.; LIMA, C. B. Controle alternativo de nematoides em cultura orgânica de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 2, n. 1, p. 1545-1548, 2007.
- SANTANA, A. A.; MOURA, R.M.; PEDROSA, E. M. R. Efeito da rotação com cana-de-açúcar e *Crotalaria juncea* sobre populações de nematoides parasitos

do inhame-da-costa. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 27, n.1, p.13-16, 2003.

SANTANA, S. M. de; CUNHA, T. P. L.; DIAS-ARIEIRA, C. R.; BIELA, F.; RODRIGUES, D. B.; OBICI, L. V.; FONTANA, L. F.; ROLDI, M. Plantas antagonistas no controle de nematoides em áreas de cultivo de hortaliças. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 43., 2010, Cuiabá. **Resumos...**São Paulo: Tecart, 2010. p. 5.

SEVERINO, J. J.; DIAS-ARIEIRA, C. R.; TESSMANN, D. J. Nematodes associated with sugarcane (*Saccharum* spp.) in sandy soils in Parana, Brazil. **Nematropica**, Auburn, v. 40, n. 1, p. 111-119, 2010.

SILVA, G. S.; FERRAZ, S.; SANTOS, J. M. Resistência de espécies de *Crotalaria* a *Pratylenchus brachyurus* e *Pratylenchus zae*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 13, p. 81-86, 1989.

SILVEIRA, P. M. da; RAVA, C. A. **Utilização de crotalária no controle de nematoides da raiz do feijoeiro**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2004. 2 p. (Comunicado Técnico, 74).

SUNDARARAJ, P.; MEHTA, U. K. Influence of the lesion nematode, *Pratylenchus zae*, on yield and quality characters of two cultivars of sugarcane. **Nematologia Mediterranea**, Bari, v. 22, p. 65-67, 1994.

WANG, K. H.; SIPES, B. S.; SCHMITT, D. P. *Crotalaria* as a cover crop for nematode management: a review. **Nematropica**, Auburn, v. 32, p. 35-57, 2002.

WUTKE, E. B. **Adubação verde**: Manejo de fitomassa e espécies utilizadas no Estado de São Paulo. In: WUTKE, E. B.; BULISANI, E. A.; MASCARENHAS, A. A. (Coords.). Campinas: IAC, 1993. p. 17-29.

CAPÍTULO II

MANEJO DE NEMATOIDES DAS GALHAS, POR PLANTAS ANTAGONISTAS, EM SOLO NATURALMENTE INFESTADO DE ÁREA DE CULTIVO DE OLERÍCOLAS

RESUMO. O trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de plantas antagonistas no controle de nematoides em área de cultivo de olerícolas. Para isto, a área foi dividida em parcelas com 1,5 x 1,4 m, correspondendo às unidades experimentais. Coletou-se em cada parcela 100 cm³ de solo para o levantamento da população inicial. Transplantou-se para os canteiros 16 mudas das plantas antagonistas mucuna-preta (*Stizolobium aterrimum*), crotalária (*Crotalaria spectabilis*) e guandu (*Cajanus cajan*), sendo o tomateiro cv. Santa Clara usado como testemunha. Após 116 dias do cultivo, coletou-se o sistema radicular de duas plantas por parcela e 100 cm³ de solo para análise da população final de nematoides. Cada tratamento constou de nove repetições e as médias foram comparadas pelo teste de Duncan 5%. No levantamento inicial foram constatados os nematoides *Meloidogyne incognita* e *Helicotylenchus* spp. Após o cultivo das antagonistas, a população de *M. incognita* no sistema radicular e a população final (solo + raiz) foi estatisticamente inferior à testemunha, demonstrando o efeito antagônico dessas plantas sobre a população do nematoide. O número de galhas na alface cultivada após as antagonistas também foi reduzido quando comparado à testemunha. A mucuna-preta e o guandu foram as antagonistas que apresentaram as maiores populações de *Helicotylenchus* spp. no sistema radicular e no solo, respectivamente. A mucuna-preta promoveu aumento na massa seca da parte aérea da alface cultivada após as antagonistas.

Palavras-chave: Crotalária, guandu, manejo, *Meloidogyne incognita*, mucuna-preta.

MANAGING ROOT-GALL NEMATODES WITH ANTAGONISTIC PLANTS IN NATURALLY INFESTED VEGETABLES GROWING AREAS

ABSTRACT. The aim of this study was to evaluate the efficiency of antagonistic plants on nematode control in lettuce growing areas. For this, the area was divided into plots of 1.5 x 1.4 m, corresponding to each experimental plot. There was collected 100 cm³ of soil from each plot to calculate the initial population of the nematode. There were planted 16 antagonistic plant seedlings of velvet bean (*Stizolobium aterrimum*), sunn plant (*Crotalaria spectabilis*) and pigeon pea (*Cajanus cajan*) in the plots with tomato cultivar Santa Clara used as a control. After 116 days, two root systems and 100 cm³ of soil were collected from each plot for a final nematode population analysis. Each treatment consisted of 9 replicates and the means were compared by Duncan test ($p < 0.05$). *Meloidogyne incognita* and *Helicotylenchus* spp. were found in the first survey. After the crop of the antagonistic plants, the *M. incognita* population in the root systems and the final population (soil + root) were statistically lower than in the control, which demonstrates the antagonistic effect of these plants on the nematode population. There were also a reduced number of galls on the lettuce cultivated after the antagonistic plants compared to the control. The velvet bean and the pigeon pea were the antagonists which showed the higher populations of *Helicotylenchus* spp. in both the root system and in the soil. The velvet bean showed an increase in dry shoot weight of the lettuce cultivated after the antagonists.

Key Words: Sunn plant, pigeon pea, management, *Meloidogyne incognita*, velvet bean.

1 INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L.), pertencente à família botânica Asteraceae, é a olerícola folhosa de maior importância econômica para o Brasil, sendo consumida *in natura* na forma de salada. Pode ser cultivada em condições de campo ou em solução nutritiva (CHARCHAR e MOITA, 2005).

Segundo Fiorini et al. (2007), a produção de alface, em temperaturas elevadas, tem sido afetada por problemas de infestação por nematoides do gênero *Meloidogyne*, principalmente *Meloidogyne incognita* (Kofoid e White, 1919) Chitwood, 1949 e *M. javanica* (Treub, 1885) Chitwood, 1949. Quando a cultura é cultivada no campo, apresenta alta suscetibilidade à infecção por estas espécies (CHARCHAR e MOITA, 2005), que por sua vez apresentam altas taxas reprodutivas, acumulando no solo grande população de ovos (MENDES, 1998; CAMPOS et al., 2001).

As plantas de alface, quando atacadas por nematoides, mostram-se menos desenvolvidas, devido à densa formação das galhas no sistema radicular, uma vez que estas obstruem a absorção de água e nutrientes, resultando em plantas amareladas, com cabeça de tamanho reduzido, pequeno volume foliar e sem valor para o consumo *in natura* (CHARCHAR e MOITA, 1996).

O controle de *Meloidogyne* spp. é essencial ao cultivo da alface, pois as perdas causadas pelos nematoides das galhas podem chegar a 100% da produção, dependendo da intensidade de infestação da área e da cultivar plantada (CHARCHAR, 1995). Após se estabelecer no solo, o controle torna-se difícil e caro. Sua erradicação é quase impossível e várias práticas de manejo agrícola, tais como o uso de nematicidas, aplicação de matéria orgânica, rotação de culturas, dentre outras, têm sido utilizadas para reduzir os níveis populacionais dos nematoides.

A melhor estratégia de controle consiste no uso de cultivares resistentes, o que não acarreta nenhum custo adicional ao do valor da semente (MENDES, 1998). No entanto, nem sempre é possível pela falta de cultivares resistentes que atendam às exigências do mercado. Fontes de resistência em

alface aos nematoides das galhas ainda são, relativamente, pouco conhecidas (FIORINI et al., 2007). Outra opção é o controle químico, porém, não é recomendado devido ao ciclo curto da cultura e pela falta de registro de produto químico específico para alface no Brasil (CHARCHAR, 1995; MAPA, 2010).

Dessa forma, a rotação de culturas com plantas antagonistas deve ser vista como uma das principais alternativas para o manejo de nematoides, uma vez que, além de promover a redução dos mesmos, pode ser utilizada como adubos verdes, cobertura morta, dentre outros (SILVEIRA e RAVA, 2004). As leguminosas 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 et al., 2000). Crotalárias e mucunas são espécies eficientes em controlar fitonematoides, como demonstrou o trabalho de Moraes et al. (2006), no qual a incorporação das leguminosas mucuna-preta e crotalária, em cultivo orgânico de alface e repolho, reduziu a população de *Meloidogyne* spp. em 42 e 51%, respectivamente.

Portanto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da rotação de cultura de alface com plantas antagonistas, sobre a população de fitonematoides em solo arenoso e os parâmetros relacionados à produtividade da cultura.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado durante o período de janeiro a junho do ano de 2010, na propriedade Pequena Gema, no município de Umuarama, região noroeste do Paraná, cujo solo é arenoso, constituído de 90% de areia, 2% de silte e 8% de argila. Utilizou-se uma área de cultivo de olerícolas infestada naturalmente por *Meloidogyne* spp.

Inicialmente, a área infestada foi dividida em 36 parcelas, com 1,5 x 1,4 m. Em seguida, coletaram-se amostras de solo de cada parcela para o levantamento da população inicial (Pi) dos fitonematoides. As amostras foram encaminhadas ao laboratório de fitopatologia da Universidade Estadual de Maringá, *Campus* Regional de Umuarama, onde os nematoides foram extraídos de 100 cm³ de solo (JENKINS, 1964).

As amostras obtidas foram analisadas sob microscópio óptico, sendo os gêneros de fitonematoides identificados através da morfologia e a espécie de *Meloidogyne*, através da configuração perineal das fêmeas (TAYLOR e SASSER, 1983) e isoenzima para esterase em gel de poliacrilamida (TIHOHOD, 1993; CARNEIRO e ALMEIDA, 2001). Determinou-se a população inicial dos mesmos através da contagem do número de juvenis de segundo estágio (J2) de *Meloidogyne* spp. e de todos os estádios, juvenis e adultos, de *Helicotylenchus* spp.

Após a avaliação da população inicial, transplantou-se, para cada parcela, 16 mudas das plantas antagonistas *Stizolobium aterrimum* Piper e Tracy cv. Mucuna-preta (mucuna-preta), *Crotalaria spectabilis* Roth (crotalária) e *Cajanus cajan* (L.) Millsp cv. Caqui (guandu) e da testemunha (tomateiro cv. Santa Clara), com aproximadamente 30 dias de germinadas em bandejas contendo substrato comercial Plantmax[®]. Após 116 dias de cultivo destas plantas, a parte aérea foi descartada e retirou-se, de cada parcela, duas amostras de 250 g de solo, as quais foram homogeneizadas, separando-se 100 cm³ para a extração dos nematoides (JENKINS, 1964). Coletou-se também o sistema radicular de duas plantas centrais por parcela, dos quais se determinou o número de galhas. Posteriormente, essas raízes foram cortadas e

homogeneizadas, pesando-se 10 g para extração dos nematoides de acordo com a metodologia de Hussey e Barker (1973), adaptada por Boneti e Ferraz (1981). Após as extrações dos nematoides, o material obtido foi avaliado sob microscópio óptico, utilizando lâmina de Peters, sendo a somatória dos valores obtidos (solo + raiz) considerada população final (Pf). As plantas que ainda permaneceram no campo foram retiradas da área, para posterior plantio da alface.

Em seguida, procedeu-se, em cada parcela, o plantio de 16 mudas de alface americana cv. Lucy Brown (produzidas em bandejas utilizando substrato Plantmax[®]), num espaçamento de 0,35 x 0,35 m. Antes do plantio da alface realizou-se a adubação de correção, baseada nas recomendações para culturas da Comissão de Química e Fertilidade do Solo do Estado do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (2004), aplicando-se 60 g do fertilizante formulado NPK 4-14-8 em cada parcela. Após o plantio, também foram feitas duas adubações de cobertura com o fertilizante formulado NPK 20-05-20, na dosagem de 46,5 g parcela⁻¹ em cada adubação. A primeira adubação foi realizada aos 12 dias após o plantio e a segunda, aos 21 dias.

Decorridos 42 dias do plantio, a alface foi colhida. Retirou-se de cada parcela dois pés de alface, os quais foram encaminhados ao laboratório de fitopatologia da Universidade Estadual de Maringá, *Campus* Regional de Umuarama, para determinação da massa fresca e seca da parte aérea. A parte aérea foi seca a 65 °C em estufa elétrica, com circulação forçada de ar até massa constante, sendo, posteriormente, pesada. Quanto ao sistema radicular, avaliou-se o número de galhas e procedeu-se a extração de nematoides do sistema radicular e do solo (100 cm³), conforme metodologias citadas.

As plantas foram irrigadas diariamente por aspersão e os dados climáticos foram cedidos pela estação meteorológica do IAPAR, em Umuarama.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro tratamentos e nove repetições. As médias obtidas foram estatisticamente comparadas pelo teste de Duncan a 5%, no programa estatístico SPSS.

3 RESULTADOS

A avaliação da população inicial das parcelas indicou a predominância dos nematoides *M. incognita* e *Helicotylenchus* spp. Apesar de o trabalho ter como objetivo a avaliação da eficiência das antagonistas sobre *M. incognita*, *Helicotylenchus* spp. também foi quantificado para verificar a possível eficiência das plantas na redução de fitonematoides ectoparasitos.

Na tabela 1 pode-se observar que o número de galhas das plantas antagonistas foi estatisticamente igual entre si, variando de zero, para mucuna e guandu, a 22, para crotalária, sendo estes valores inferiores à testemunha (229 galhas / sistema radicular). Em contrapartida, não houve diferença significativa da população inicial de *M. incognita* e do número desses nematoides presentes no solo após o cultivo das antagonistas. Já quando se avaliou o número de nematoides no sistema radicular das plantas antagonistas, as mesmas apresentaram redução populacional, quando comparadas à testemunha. A população final de *M. incognita* (obtida pelo somatório de nematoides no solo e nas raízes) presente nas plantas antagonistas, após 116 dias de cultivo, variou de 2,8 a 77,4, sendo estes valores estatisticamente inferiores à testemunha, na qual o respectivo valor foi de 2.831,7 nematoides, demonstrando o efeito antagônico dessas plantas sobre a população de *M. incognita*.

Tabela 1. População inicial (PI) de *Meloidogyne incognita* em 100 cm³ de solo, cultivado com olerícolas; número de galhas (NG) no sistema radicular; número de nematoides presentes no sistema radicular das plantas antagonistas (NR) e número de nematoides presentes no solo (NS) cultivado com estas plantas por 116 dias; população final (PF) dos nematoides nas plantas antagonistas

Tratamento	PI	NG	NR	NS	PF ¹
Tomate	13,9 ^{ns}	229 a	2.635,5 a	196,1 ^{ns}	2.831,7 a
Crotalária	6,3	22 b	50,5 b	26,9	77,4 b
Guandu	16,3	0 b	42,2 b	3,1	45,3 b
Mucuna	27,3	0 b	0,0 b	2,8	2,8 b

Médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. ns = diferenças não significativas entre os tratamentos.

¹PF = NR + NS

A população inicial de *Helicotylenchus* spp. presente no solo não foi significativa (Tabela 2). O número de espécimes de *Helicotylenchus* spp. presente no sistema radicular do tomateiro, da crotalária e do guandu foi estatisticamente inferior à mucuna-preta, sendo as médias iguais a 44,4; 397,8; 42,2 e 1.521,1, respectivamente. A população de nematoides no solo, após 116 dias de cultivo com as plantas antagonistas, foi maior para parcelas cultivadas com guandu (961,8) e menor para aquelas cultivadas com mucuna-preta (255,1). Já as parcelas cultivadas com tomateiro e crotalária apresentaram comportamento semelhante aos demais tratamentos, 811,1 e 439,3 espécimes, respectivamente. Contudo, a população final de *Helicotylenchus* spp., obtida pela somatória dos valores do sistema radicular e do solo, não apresentou significância entre os tratamentos.

Tabela 2. População inicial (PI) de *Helicotylenchus* spp. presente no solo, cultivado com olerícolas; número de nematoides presentes no sistema radicular das plantas antagonistas (NR) e número de nematoides presentes no solo (NS) cultivado com estas plantas por 116 dias; população final (PF) dos nematoides nas plantas antagonistas

Tratamento	PI	NR	NS	PF¹
Tomate	199,0 ^{ns}	44,4 b	811,1 ab	855,5 ^{ns}
Crotalária	186,9	397,8 b	439,3 ab	837,1
Guandu	256,2	42,2 b	961,8 a	1.004,0
Mucuna	234,2	1.521,1 a	255,1 b	1.776,2

Médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. ns = diferenças não significativas entre os tratamentos

¹PF = NR + NS

Na tabela 3, a massa fresca da parte aérea da alface cv. Lucy Brown não apresentou diferença significativa entre os tratamentos, ao contrário da massa seca que foi significativa, com destaque para as parcelas cultivadas anteriormente com tomate e guandu, cujas médias obtidas foram inferiores aos demais tratamentos. A alface cultivada após mucuna-preta apresentou a maior massa seca dentre os tratamentos. Quando a alface foi cultivada após todas as plantas antagonistas, observou-se menor número de galhas no sistema radicular, quando comparado à testemunha. O número de nematoides no

sistema radicular, no solo e o somatório dessas populações, tanto para *M. incognita* como para *Helicotylenchus* spp., não foram significativos.

Tabela 3. Massa fresca (MF) e seca (MS) da parte aérea da alface cv. Lucy Brown cultivada após as plantas antagonistas; número de galhas (NG) e população de nematoides presentes no sistema radicular (NR); população de nematoides presentes no solo (NS) e população total de nematoides *Meloidogyne incognita* e *Helicotylenchus* spp. obtidos do cultivo da alface por 42 dias

Tratamento	MF (g)	MS (g)	NG	PT ¹			NR	NS	PT ¹
				<i>M. incognita</i>		<i>Helicotylenchus</i> spp.			
Tomate	376,1 ^{ns}	11,0b	68a	0,0 ^{ns}	0,0 ^{ns}	0 ^{ns}	233,9 ^{ns}	209,5 ^{ns}	443,4 ^{ns}
Crotalária	343,3	13,8ab	32b	0,0	2,8	2,8	121,1	167,1	288,2
Guandu	372,2	12,9b	5b	0,0	0,0	0,0	122,8	189,8	312,5
Mucuna	421,1	19,9a	14b	16,7	0,0	16,7	192,2	296,0	488,2

Médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. ns = diferenças não significativas entre os tratamentos

¹PT = NR + NS

É importante observar que durante o cultivo da alface, entre os meses de maio e junho, houve um declínio na temperatura ambiente, comparada às médias ocorridas nos meses anteriores (Figura 1), tal período coincidiu com a redução da população total dos nematoides (Tabela 3).

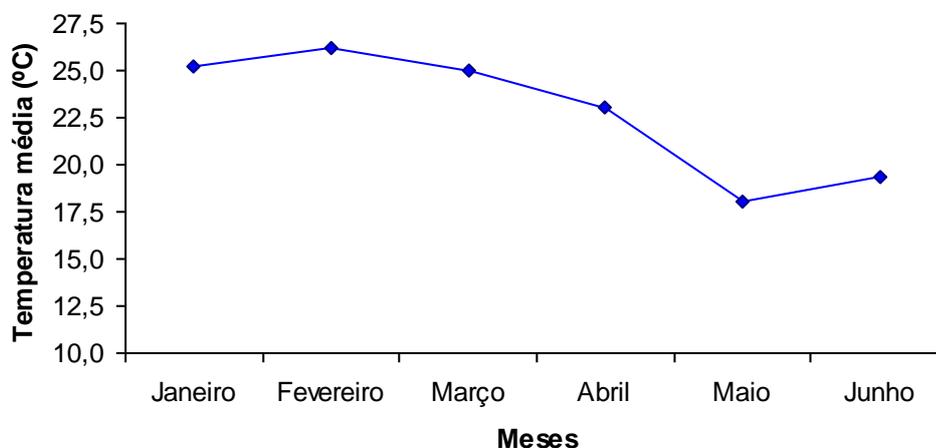


Figura 1. Dados de temperaturas médias do período de janeiro a junho de 2010, no município de Umuarama – PR.

4 DISCUSSÃO

Na área estudada, constatou-se a presença de *M. incognita* e *Helicotylenchus* spp. infestando o solo das parcelas analisadas, cujo histórico era de cultivo de olerícolas, especialmente alface, beterraba, cenoura e couve. *Meloidogyne incognita* foi a espécie predominante na área, sendo a mesma relatada como a mais importante para a olericultura (JOHNSON e FASSULIOTIS, 1984), com tolerância em alface de apenas 60 juvenis / 100 cm³ de solo (NETSCHER e SIKORA, 1990).

A escolha da cultivar Lucy Brown para o estudo baseou-se na suscetibilidade comprovada a *M. incognita* e pela adaptabilidade à região. Dentre as cultivares de alface estudadas por Wilcken et al. (2005), Lucy Brown apresentou comportamento suscetível (FR>1), se destacando das demais por proporcionar o maior fator de reprodução de *M. incognita* (FR=13,85).

A população inicial de *M. incognita* e *Helicotylenchus* spp., determinadas no solo, não apresentaram diferença estatística (Tabelas 1 e 2), similar ao verificado no trabalho de Charchar et al. (2009), no qual a população inicial de *M. incognita*, após o cultivo do quiabeiro, também foi estatisticamente igual nas diferentes parcelas, demonstrando que a infestação nas áreas experimentais foram uniformes.

Observou-se que o número de galhas das plantas antagonistas foi estatisticamente inferior à testemunha (Tabela 1). Porém, este não deve ser o principal parâmetro para avaliação da suscetibilidade aos nematoides das galhas. Segundo Lordello e Arruda (1956), no guandu, pode mesmo não haver formação de galhas, quando parasitado por *M. javanica bauruensis* Lordello; no entanto, a patogenicidade do mesmo foi comprovada, prejudicando o cultivo da cultura.

O número de J2 de *M. incognita* presente no sistema radicular das plantas antagonistas, bem como a população final desse fitonematoide, obtida pela somatória dos nematoides no solo e nas raízes foram estatisticamente inferiores ao tomateiro (Tabela 1), demonstrando a eficiência destas plantas em reduzir a população do parasito. O efeito da crotalária na redução de

nematoide das galhas em olerícolas foi, anteriormente, demonstrado no trabalho realizado por Charchar et al. (2009), no qual as espécies de leguminosas *C. spectabilis* e *C. paulina* Schrank foram eficientes em reduzir o número de J2 de *M. incognita* e promoveram aumento na produtividade da cenoura cv. Nantes, em condições naturais de campo. Em outro trabalho, a incorporação da parte aérea de *C. paulina* controlou eficientemente a reprodução de *M. incognita* em feijoeiro (GONZAGA e FERRAZ, 1994). Moraes et al. (2006) concluíram que a incorporação das leguminosas mucuna-preta e *Crotalaria juncea* L., em cultivo orgânico, reduziu a população de *Meloidogyne* spp. em 42 e 51%, respectivamente, tanto em alface como em repolho.

Além do controle de *M. incognita*, as plantas antagonistas avaliadas no presente estudo têm mostrado efeito sobre outras espécies de nematoides das galhas. Inomoto et al. (2006) estudaram a reação de seis adubos verdes a *M. javanica* e concluíram que quando anão, *Crotalaria breviflora* DC., *C. spectabilis* e mucuna-preta diminuíram a população do fitonematoide. Posteriormente, observou-se que *C. juncea* e *C. spectabilis* reduziram a densidade de *M. javanica*, comprovando que *C. juncea* e, principalmente, *C. spectabilis* são eficientes supressoras de *M. javanica* (INOMOTO et al., 2008).

Para o número de J2 de *M. incognita* presentes no solo, não houve significância entre os tratamentos (Tabela 1). Moraes et al. (2006) constataram o efeito antagônico da mucuna-preta e da *C. juncea* sobre a população de *M. incognita* e *M. javanica* no solo, em cultivo orgânico de alface americana e repolho, após 45 dias de cultivo. No entanto, como este nematoide é um endoparasito sedentário, na presença de hospedeiros, os juvenis tendem a penetrar as raízes logo após a eclosão, reduzindo assim o número de J2 no solo.

A população de *Helicotylenchus* spp. no sistema radicular e no solo, após o cultivo das antagonistas, apresentou significância (Tabela 2). No sistema radicular, a mucuna-preta foi a antagonista que comportou a maior população de *Helicotylenchus* spp., resultado que concorda com Cassimiro et al. (2007), os quais verificaram que a mucuna-preta foi a planta antagonista que promoveu maior aumento populacional de *H. dihystera* (Cobb, 1893) Sher, 1961.

No solo, o guandu apresentou a maior média populacional de *Helicotylenchus* spp., conferindo comportamento estatisticamente igual ao tomateiro e à crotalária (Tabela 2). O guandu foi relatado como bom hospedeiro de várias espécies de nematoides ectoparasitos (RODRÍGUEZ-KÁBANA e INGRAM, 1978), sendo considerado como bom hospedeiro de *H. dihystra* (Cassimiro et al., 2007). Rosa et al. (2004) verificaram que as populações dos fitonematoides ectoparasitos estudados em seu trabalho, dentre eles, *H. dihystra*, não foram influenciadas pela incorporação da crotalária ao solo.

A massa fresca da parte aérea da alface cv. Lucy Brown (Tabela 3), cultivada após as antagonistas, não foi significativa. Já a massa seca, obtida em parcelas cultivadas previamente com tomateiro e guandu, foi inferior às médias obtidas para mucuna-preta (Tabela 3). A alface cultivada após mucuna-preta apresentou a maior massa seca dentre os tratamentos. Tal resultado pode ser atribuído, além do controle do nematoide, à quantidade de matéria orgânica disponibilizada pela mucuna e a alta taxa de fixação de nitrogênio atmosférico que a mesma apresenta (ESPÍNDOLA e FEIDEN, 2004; FERRAZ et al., 2010). Charchar et al. (2009) concluíram, em seu trabalho com rotação em cenoura cv. Nantes, que as elevadas produtividades da cultura, obtidas com o cultivo e incorporação prévias de leguminosas, como *C. paulina* e *C. spectabilis*, tenham sido originadas parcialmente em função dos nutrientes disponibilizados pela decomposição da matéria orgânica.

A alface cultivada após as plantas antagonistas apresentou menor número de galhas no sistema radicular, quando comparado à testemunha (Tabela 3). Por outro lado, não houve significância para o número de *M. incognita* no sistema radicular das plantas, no solo e na população final da alface cultivada após as antagonistas (Tabela 3). Este resultado permite pressupor que os nematoides penetraram, induziram o parasitismo, mas não completaram o ciclo de vida. Tal hipótese pode ser explicada pelo pouco tempo de permanência da cultura no campo (42 dias) e pelas temperaturas amenas ocorridas nos meses de maio e junho, cujas médias foram de 18,0 e 19,3 °C, respectivamente (Figura 1). Segundo Dickson e De Waele (2005), a temperatura é considerada o fator mais importante que afeta a sobrevivência e o parasitismo de *Meloidogyne* spp., sendo a movimentação de *M. incognita* diretamente afetada pelas alterações de temperatura (DUSENBERY, 1988;

ROBINSON e HEALD, 1989). No trabalho realizado por Robinson e Heald (1989), a recuperação de *M. incognita* em 100 g de solo depositados em funil de Baermann, aumentou quando a temperatura ambiente passou de 24 para 30 °C. Para *M. javanica*, cujo comportamento é muito similar à *M. incognita*, a temperatura ótima para a eclosão foi de 30 °C, sendo que o ciclo de vida que era de 21 dias em temperatura de 26,1 °C, passou para 56 dias em 14,3 °C (MILNE e DU PLESSIS, 1964).

Resultado semelhante ao observado nessa etapa do trabalho foi obtido por Charchar et al. (2007), no qual o cultivo de *C. juncea*, *C. spectabilis* e mucuna-preta, antecedendo cultivares de cenoura, não controlaram eficazmente a população mista de *M. incognita* e *M. javanica*, considerando que houve infecção pelos nematoides que variou de 56,6 a 100,0% nas raízes de quatro cultivares de cenoura consideradas resistentes (Alvorada, Brasília, Carandaí e Esplanada), em relação à cultivar Nova Kuroda, suscetível, que apresentou infecção de 93,7 a 100%, com diferenças não significativas entre os tratamentos. Wang et al. (2007), na tentativa de elucidar os efeitos antagonistas ou supressivos de várias culturas de cobertura sobre populações de nematoides no solo, verificaram que *Tagetes patula* L., *C. juncea* e *Mucuna deeringiana* (Bort.) Merr. suprimiram efetivamente *M. incognita*. Além disso, os efeitos antagonistas das culturas supressivas de nematoides implicaram, principalmente, na redução dos nematoides parasitos de plantas na cultura seguinte.

Para *Helicotylenchus* spp. também não foi constatada diferença estatística nos números de nematoides na alface cultivada após as antagonistas (Tabela 3). O resultado pode ser devido aos mesmos fatores apontados para *M. incognita*, uma vez que *Helicotylenchus* spp. é caracteristicamente um nematoide de clima tropical e subtropical, sofrendo influência direta da planta hospedeira e, principalmente, das condições ambientais, especialmente precipitação, temperatura e propriedades físico-químicas do solo (NOVARETTI e NELLI, 1980; CARNEIRO et al., 1980). Moura et al. (1997), no plantio em campo de *C. juncea* e mucuna-preta, seguido pelo cultivo do amendoim (*Arachis hypogaea* L.), também não observaram diferenças no nível populacional de *H. dihystera*.

As leguminosas forrageiras, como mucuna-preta, e as não forrageiras, como crotalária, são usadas em solos de cerrado do Brasil central com dupla finalidade: controle de algumas espécies de nematoides e por propiciar melhorias nas características físicas, químicas e biológicas do solo (TANAKA et al., 1992; CHARCHAR et al., 2009). Porém, ainda são escassos os dados obtidos em pesquisas no campo em diferentes tipos de solo e condições climáticas. Nesse sentido, sabendo-se dos benefícios dessas plantas, fazem-se necessários mais estudos, de forma a elucidar o comportamento das plantas antagonistas em diferentes condições ambientais, frente às diversas populações de fitonematoides que prejudicam as culturas.

5 CONCLUSÕES

Crotalária, guandu e mucuna-preta demonstraram efeito antagônico sobre a população de *M. incognita* em área de cultivo de olerícolas. O número de galhas na alface cultivada após as antagonistas foi reduzido quando comparado à testemunha.

A mucuna-preta e o guandu foram as antagonistas que apresentaram maiores populações de *Helicotylenchus* spp. no sistema radicular e no solo, respectivamente.

A mucuna-preta promoveu aumento na massa seca da parte aérea da alface.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCANTÂRA, F. A.; NETO, A. E. F.; PAULA, M. B.; MESQUITA, H. A.; MUNIZ, J. A. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um latossolo vermelho-escuro degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, p. 277-288, 2000.

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

CAMPOS, V. P.; CAMPOS, J. R.; SILVA, L. H. C. P.; DUTRA, M. R. Manejo de nematoides em hortaliças. In: SILVA, L. H. C. P.; CAMPOS, J. R.; NOJOSA, G. B. A. **Manejo integrado: doenças e pragas em hortaliças**. Lavras: UFLA. p.125-158, 2001.

CARNEIRO, R. M. D. G.; LORDELLO, L. G. E.; CARNEIRO, R. G.; MONTEIRO, A. R. Flutuação populacional de quatro espécies de nematoides parasitos da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) em relação à pluviosidade e umidade do solo. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 4, p. 127-141, 1980.

CARNEIRO, R. M. D. G.; ALMEIDA, M. R. A. Técnica de eletroforese usada no estudo de enzimas dos nematoides de galhas para identificação de espécies. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 1, p. 35-44, 2001.

CASSIMIRO, C. M.; ARAÚJO, E.; OLIVEIRA, E. F.; SANTOS, E. S.; LACERDA, J. T. Plantas antagônicas e alqueive sobre a dinâmica populacional de nematoides no solo e na rizosfera do abacaxizeiro cv. Pérola. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 1., n. 1, p. 43-50, 2007.

CHARCHAR, J. M. *Meloidogyne* em hortaliças. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE NEMATOLOGIA TROPICAL; CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE NEMATOLOGIA, 19; ENCONTRO ANUAL DA ORGANIZAÇÃO DOS NEMATOLOGISTAS DA AMÉRICA TROPICAL, 27., 1995, Rio Quente. **Anais...** Rio Quente: SBN/ONTA, 1995. p.149-153.

CHARCHAR, J. M.; MOITA, A. W. Reação de cultivares de alface à infecção por misturas populacionais de *Meloidogyne incognita* raça 1 e *Meloidogyne javanica* em condições de campo. **Horticultura Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 14, p. 185-189. 1996.

CHARCHAR, J. M.; MOITA, A. W. **Metodologia para seleção de hortaliças com resistência a nematoides**: Alface/*Meloidogyne* spp. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2005. 8 p. (Comunicado Técnico, 27)

CHARCHAR, J. M.; GONZAGA, V.; VIEIRA, J. V.; OLIVEIRA, V. R.; MOITA, A. W.; ARAGÃO, F. A. S. Efeito da rotação de culturas no controle de *Meloidogyne* spp. em cenoura na região Norte do Estado de Minas Gerais. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 31, n. 3, p. 173-179, 2007.

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

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – CQFS RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul, 2004. 400 p.

DICKSON, D. W.; DE WAELE, D. Nematode parasites of peanut. In: LUC, M.; SIKORA, R. A.; BRIDGE, J. **Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture**. Wallingford: CAB International, 2005. p. 393-436.

DUSENBERY, D. B. Behavioral responses of *Meloidogyne incognita* to small temperature changes. **Journal of Nematology**, St. Paul, v. 20, n. 3, p. 351-355, 1988.

ESPÍNDOLA, J. A. A.; FEIDEN, A. **Adubação verde**. Seropédica: EMBRAPA, 2004. 2 p.

FERRAZ, S.; FREITAS, L. G.; LOPES, E. A.; DIAS-ARIEIRA, C. R. **Manejo sustentável de fitonematoides**. Viçosa: UFV, 2010. 306 p.

FIORINI, C. V. A.; GOMES, L. A. A.; LIBÂNIO, R. A.; MALUF, W. R.; CAMPOS, V. P.; LICURSI, V.; MORETTO, P.; SOUZA, L. A.; FIORINI, I. V. A. Identificação de famílias F_{2:3} de alface homozigotas resistentes aos nematoides das galhas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, p. 509-513, 2007.

GONZAGA, V.; FERRAZ, S. Efeito da incorporação da parte aérea de algumas espécies vegetais no controle de *Meloidogyne incognita* raça 3. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v.18, p. 42-49, 1994.

INOMOTO, M. M.; MOTTA, L. C. C.; BELUTI, B.; MACHADO, A. C. Z. Reação de seis adubos verdes a *Meloidogyne javanica* e *Pratylenchus brachyurus*. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 1, p. 39-44, 2006.

INOMOTO, M. M.; ANTEDOMÊNICO, S. R.; SANTOS, V. P.; SILVA, R. A.; ALMEIDA, G. C. Avaliação em casa de vegetação do uso de sorgo, milho e crotalária no manejo de *Meloidogyne javanica*. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 33, n. 2, p. 125-129, 2008.

JENKINS, W. R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Report**, Davis, v. 48, p.692, 1964.

JOHNSON, J. T.; FASSULIOTIS, G. Nematode parasites of vegetable crops. In: NICKLE, W. R. (Ed.). **Plant and insect nematodes**. New York: Marcel Dekker Inc., 1984. p. 323-372.

LORDELLO, L. G. E.; ARRUDA, H. V. de. Nematoides parasitando guandu. **Bragantia**, Campinas, v. 15, p. 5-7, 1956.

MAPA. **Sistema de agrotóxicos fitossanitários**. 2010. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 28 set. 2010.

MENDES, W. P. **Hospedabilidade e resistência de cultivares de alface (*Lactuca sativa* L.) aos nematoides das galhas *Meloidogyne incognita* (raças 1, 3 e 4) e *Meloidogyne javanica***. 1998. 43 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.

MILNE, D. L.; DU PLESSIS, D. P. Development of *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood on tobacco under fluctuating soil temperatures. **South African Journal of Agricultural Science**, v. 7, p. 673–680, 1964.

MORAES, S. R. G.; CAMPOS, V. P.; POZZA, E. A.; FONTANETTI, A.; CARVALHO, G. J.; MAXIMINIANO, C. Influência de leguminosas no controle de fitonematoides no cultivo orgânico de alface americana e de repolho. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 2, p. 188-191, 2006.

MOURA, R. M.; MOURA, A. M.; MACEDO, M. E. A.; SILVA, E. G. Influência de três diferentes combinações de culturas sobre populações de nematoides associados à cana-de-açúcar. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 21, p. 75-83, 1997.

NETSCHER, C.; SIKORA, R. A. Nematode parasites of vegetables. In: LUC., M.; SIKORA, R. A.; BRIDGE, J. (Eds.). **Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture**. Wallingford: CAB International, 1990. p. 237-284.

NOVARETTI, W. R. T.; NELLI, E. J. Flutuações populacionais de nematoides na cultura de cana-de-açúcar, cana de ano e meio. **Brasil**

Açucareiro, Rio de Janeiro, v. 96, p. 30-36, 1980.

ROBINSON, A. F.; HEALD, C. M. Accelerated movement of nematodes from soil in Baermann funnels with temperature gradients. **Journal of Nematology**, St. Paul, v. 21, n. 3, p. 370-378, 1989.

RODRÍGUEZ-KÁBANA, R.; INGRAM, E. G. Susceptibility of pigeon pea to plant parasitic nematodes in Alabama. **Nematropica**, Auburn, v. 8, p. 32-35, 1978.

ROSA, R. C. T.; MOURA, R. M.; PEDROSA, E. M. R. Efeitos do uso de *Crotalaria juncea* e carbofuran em fitonematoides ectoparasitos de cana-de-açúcar. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, p. 447-449, 2004.

SILVEIRA, P. M. da; RAVA, C. A. **Utilização de crotalária no controle de nematoides da raiz do feijoeiro**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2004. 2 p. (Comunicado Técnico, 74).

TANAKA, R. T.; MASCARENHAS, H. A. A.; DIAS, O. S.; CAMPIDELLI, C.; BULISANI, E. A. Cultivo de soja após incorporação de adubo verde e orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 27, p. 1477-1483, 1992.

TAYLOR, A. L.; SASSER, J. N. Biología, identificación y control de los nematodos del nódulo de la raíz (Especies de *Meloidogyne*). Universidad del Estado de Carolina del Norte, 1983. 111 p.

TIHOHOD, D. **Nematologia agrícola aplicada**. Jaboticabal: Editora FUNEP, 1993. 372 p.

WANG, Q.; LI, Y.; HANDOO, Z.; KLASSEN, W. Influence of cover crops on populations of soil nematodes. **Nematropica**, Auburn, v. 37, n. 1, p. 79-92, 2007.

WILCKEN, S. R. S.; GARCIA, M. J. de M.; SILVA, N. da. Resistência de alfaca do tipo americana a *Meloidogyne incognita* raça 2. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 2, p. 267-271, 2005.

CONCLUSÕES

Constatou-se o efeito benéfico da rotação de cultura de cana-de-açúcar e de alface com as plantas antagonistas, reduzindo, respectivamente, a população dos fitonematoides *Pratylenchus zae* e *Meloidogyne incognita*, além de possibilitarem aumentos na altura da cana-de-açúcar e na massa seca da alface, consistindo numa alternativa de manejo a esses fitonematoides.

Para o estudo com *Helicotylenchus* spp. na cana-de-açúcar, os resultados não foram conclusivos, devido à inconstância dos mesmos. Porém, na alface, as antagonistas mucuna-preta e guandu apresentaram as maiores populações do fitonematoide no sistema radicular e no solo, respectivamente.