

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO EM AGRONOMIA**

LUCIANA VILLANOVA OBICI

**EFEITO DO CULTIVO DE PLANTAS LEGUMINOSAS SOBRE A POPULAÇÃO DE
NEMATÓIDES EM SOLOS NATURALMENTE INFESTADOS**

MARECHAL CÂNDIDO RONDON

2011

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO EM AGRONOMIA

LUCIANA VILLANOVA OBICI

**EFEITO DO CULTIVO DE PLANTAS LEGUMINOSAS SOBRE A POPULAÇÃO DE
NEMATOIDES EM SOLOS NATURALMENTE INFESTADOS**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Nível Mestrado, para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Élcio Silvério Klosowski
Co-Orientador: Prof. Dra. Cláudia Regina Dias Arieira

MARECHAL CÂNDIDO RONDON

2011

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca da UNIOESTE – Campus de Marechal Cândido Rondon – PR., Brasil)

| | |
|------|--|
| 012e | <p>Obici, Luciana Villanova</p> <p>Efeito do cultivo de plantas leguminosas sobre a população de nematoides em solos naturalmente infestados / Luciana Villanova Obici. - Marechal Cândido Rondon, 2011. 58 p.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Élcio Silvério Klosowski Coorientador: Prof. Dra. Cláudia Regina Dias Arieira</p> <p>Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Marechal Cândido Rondon, 2011.</p> <p>1. Amendoim forrageiro - Cultivo. 2. Feijão-de-porco - Cultivo. 3. <i>Estilosantes Campo Grande</i> - Cultivo. 4. Rotação de culturas. I. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. II. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD 21.ed. 633.3 CIP-NBR 12899</p> |
|------|--|

*Aos meus pais Paulino e Haidee, aos
meus irmãos Alexandre e Giselle e a
minha avó Thereza.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus por me conceder força, saúde e persistência.

À minha família, meu pai Paulino, minha mãe Haidee, meus irmãos Alexandre e Giselle e minha avó Thereza, por me dar apoio, carinho, incentivo, compreensão e estrutura para vencer esta etapa. Agradeço a vocês por tudo, vocês são a base da minha vida, amo vocês!

Ao meu namorado Makson, que esteve comigo em todos os momentos, auxiliando-me e dando-me força durante toda a realização deste trabalho.

Ao professor Dr. Cléber Furlanetto, pela oportunidade de ingressar no programa de pós-graduação da Universidade.

Ao professor Dr. Élcio Silvério Klosowski, pela orientação, ajuda, dedicação, ensinamentos e incentivo.

À professora Dra. Cláudia Regina Dias Arieira, pela orientação, amizade, ajuda, incentivo, apoio, ensinamento, dedicação e por disponibilizar a estrutura da Universidade Estadual de Maringá para a realização deste trabalho.

A Usina Coopcana, por ter cedido áreas com cultivo de cana para coleta de solo.

A Universidade Federal do Paraná, por ter disponibilizado mudas de cana-de-açúcar.

Aos amigos do laboratório de Fitopatologia da UEM, Lais Fontana, Simone de Melo Santana, Tatiana Cunha, Fábio Biela e Heriksen Puerari, pela amizade e grande auxílio na realização deste trabalho.

Aos amigos da UNIOESTE, Deisnara Giane Shulz, Ana Paula Mamprim, André Luiz Pereira Fanti, Heloisa Maria Formentini, Loana Bergamo dos Santos, Cristiane Meinerz, pela amizade e colaborações.

Agradeço especialmente as amigas Valquíria Weirich, Valdenise Weirich, Andressa Tino, Lucila Lima dos Santos, Juliana Oro e Thais Lorana Savoldi pela amizade e apoio.

A UNIOESTE pela oportunidade concedida.

A todos os professores pelos ensinamentos e aos funcionários da UNIOESTE e UEM que me ajudaram de maneira direta ou indireta na realização deste trabalho.

A todos meus sinceros agradecimentos!

EFEITO DO CULTIVO DE PLANTAS LEGUMINOSAS SOBRE A POPULAÇÃO DE NEMATOIDES EM SOLOS NATURALMENTE INFESTADOS

Autora: Luciana Villanova Obici

Orientador: Prof. Dr. Élcio Silvério Klosowski

RESUMO

O presente estudo foi realizado com o objetivo de avaliar o cultivo das leguminosas *Arachis pintoi*, *Canavalia ensiformis* e *Stylosanthes* Campo Grande sobre os nematoides em solos naturalmente infestados com histórico de cultivo de cana-de-açúcar. Para isto, um solo franco siltoso e um solo franco argiloso, naturalmente infestados, foram distribuídos em vasos, nos quais foram transplantadas duas plântulas de milho, para possibilitar a multiplicação dos nematoides. Após 60 dias, a parte aérea das plantas foi descartada e determinou-se a população inicial, por contagem dos nematoides (no solo e raízes). Plântulas das leguminosas foram transplantadas para vasos, onde permaneceram durante três ou quatro meses, avaliando-se novamente as populações de nematoides. Foi utilizado milho como testemunha suscetível. Por fim foram transplantadas duas plântulas de cana-de-açúcar para cada vaso, com o intuito de avaliar o efeito residual das leguminosas sobre os nematoides no solo, analisando-se os mesmos parâmetros. Nas amostras avaliadas registrou-se a presença de *Pratylenchus zae* e *Helicotylenchus dihystra*. Os resultados obtidos mostraram que, independente do tipo de solo e do tempo de cultivo, as três espécies de leguminosas foram eficientes na redução de *P. zae*, com efeito ainda pronunciado após 120 dias do cultivo subsequente da cana-de-açúcar. *Canavalia ensiformis* possibilitou o aumento populacional de *H. dihystra*, enquanto as outras duas leguminosas promoveram a sua redução. O trabalho realizado permitiu concluir que as três leguminosas testadas poderão ser utilizadas no controle de *P. zae*. No entanto, mais estudos terão que ser realizados relativamente ao seu efeito, e em particular de *C. ensiformis* sobre *H. dihystra*.

Palavras-chave: *Saccharum officinarum*, controle, plantas antagonistas, rotação de culturas.

EFFECT OF GROWING LEGUME PLANTS POPULATION OF NEMATODES IN NATURALLY INFESTED SOIL

Author: Luciana Villanova Obici

Advisor: Prof. Dr. Élcio Silvério Klosowski

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate *Arachis pintoii*, *Canavalia ensiformis* and *Stylosanthes* Campo Grande legumes cultivation over nematodes in naturally infested soils with a history of sugarcane crop. For this, naturally infested silt loam and clay loam soils were distributed into pots being transplanted two maize seedlings in order to facilitate nematode multiplication. After 60 days, plants aerial part was discarded and initial nematode population determined by assessing nematodes number (in the soil and roots). Legume seedlings were transplanted into the pots where remained for three or four months, analyzing again, the same nematodes populations. Maize was used as susceptible control. Finally, two sugarcane seedlings were transplanted into each pot, in order to assess the residual effect of the plants over nematodes in soil, by using the same parameters. *Pratylenchus zaeae* and *Helicotylenchus dihystera* were present in analyzed samples. The results obtained showed that, regardless of soil type and cultivation time spent in pot, the three legume species were efficient for controlling *P. zaeae*, with an outstanding effect even after 120 days of subsequent sugarcane cultivation. *Canavalia ensiformis* allowed increasing of *H. dihystera* population, whereas the other legumes caused its reduction. The conducted work allowed concluding that the three tested legumes may be used to *P. zaeae* control. However, more studies need to be performed in relation to its effect, and in particular for *C. ensiformis*, over *H. dihystera*.

Key Words: *Saccharum officinarum*, control, antagonistic plants, crop rotation.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Localização da Universidade Estadual de Maringá, <i>Campus</i> Regional de Umuarama..... | 32 |
| Figura 2 – Ambiente protegido da Universidade Estadual de Maringá, <i>Campus</i> de Umuarama, onde foi instalado o experimento..... | 33 |
| Figura 3 – Estilosantes Campo Grande (<i>S. capitata</i> e <i>S. macrocephala</i>)..... | 35 |
| Figura 4 – <i>Canavalia ensiformis</i> | 35 |
| Figura 5 – <i>Arachis pintoi</i> | 36 |

LISTA DE TABELAS

| | | |
|-------------|--|----|
| Tabela 1 – | Características físicas dos solos dos municípios de Paraíso do Norte - PR e São Carlos do Ivaí - PR..... | 34 |
| Tabela 2 – | Caracterização química de solo franco siltoso coletado de área de cultivo de cana-de-açúcar no município de Paraíso do Norte – PR..... | 34 |
| Tabela 3 – | Caracterização química de solo franco argiloso coletado de área de cultivo de cana-de-açúcar no município São Carlos do Ivaí – PR..... | 34 |
| Tabela 4 – | Número de espécimes de <i>Pratylenchus zae</i> (solo+raiz) em milho cultivado por 120 dias (Pi), leguminosas cultivadas por 90 dias (Pf) e em cana-de-açúcar cultivada por 120 dias após as leguminosas (Bioteste) em solo franco siltoso e fator de reprodução (FR)..... | 37 |
| Tabela 5 – | Número de espécimes de <i>Pratylenchus zae</i> (solo+raiz) em milho cultivados por 120 dias (Pi), leguminosas cultivadas por 120 dias (Pf) e em cana-de-açúcar cultivada por 120 dias após as leguminosas (Bioteste) em solo franco siltoso e fator de reprodução (FR)..... | 38 |
| Tabela 6 – | Número de espécimes de <i>Pratylenchus zae</i> (solo+raiz) em milho cultivados por 120 dias (Pi), leguminosas cultivadas por 90 dias (Pf) e em cana-de-açúcar cultivada por 120 dias após as leguminosas (Bioteste) em solo franco argiloso e fator de reprodução (FR)..... | 39 |
| Tabela 7 – | Número de espécimes de <i>Pratylenchus zae</i> (solo+raiz) em milho cultivados por 120 dias (Pi), leguminosas cultivadas por 120 dias (Pf) e em cana-de-açúcar cultivada por 120 dias após as leguminosas (Bioteste) em solo franco argiloso e fator de reprodução (FR)..... | 40 |
| Tabela 8 – | Número de espécimes de <i>H. dihystera</i> (solo+raiz) em milho cultivados por 120 dias (Pi), leguminosas cultivadas por 90 (Pf) e em cana-de-açúcar cultivada por 120 dias após as leguminosas (Bioteste) em solo franco siltoso e fator de reprodução (FR)..... | 41 |
| Tabela 9 – | Número de espécimes de <i>H. dihystera</i> (solo+raiz) em milho cultivados por 120 dias (Pi), leguminosas cultivadas por 120 (Pf) e em cana-de-açúcar cultivada por 120 dias após as leguminosas (Bioteste) em solo franco siltoso e fator de reprodução (FR)..... | 41 |
| Tabela 10 – | Número de espécimes de <i>H. dihystera</i> (solo+raiz) em milho cultivado por 120 dias (Pi), leguminosas cultivadas por 90 dias (Pf) e em cana-de-açúcar cultivada por 120 dias após as leguminosas (Bioteste) em solo franco argiloso e fator de reprodução (FR)..... | 42 |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO..... | 10 |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA..... | 12 |
| 2.1 A Cultura da cana-de-açúcar..... | 12 |
| 2.2 Fitonematoides associados à cultura da cana-de-açúcar..... | 14 |
| 2.3 Controle de fitonematoides..... | 16 |
| 2.3.1 Controle químico..... | 17 |
| 2.3.2 Controle varietal..... | 21 |
| 2.3.3 Controle alternativo..... | 23 |
| 2.3.3.1 Resíduos orgânicos..... | 23 |
| 2.3.3.2 Utilização de indutores de resistência..... | 25 |
| 2.3.3.3 Rotação de culturas..... | 28 |
| 3 MATERIAL E MÉTODOS..... | 32 |
| 3.1 Localização do experimento..... | 32 |
| 3.2 Delineamento experimental..... | 33 |
| 3.3 Coleta de solo..... | 33 |
| 3.4 Manejo experimental..... | 34 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 37 |
| 4.1 Efeito do uso das leguminosas sobre as populações de <i>P. zea</i> e <i>H. dihystra</i>..... | 37 |
| 5 CONCLUSÃO | 44 |

1 INTRODUÇÃO

A cultura da cana-de-açúcar vem apresentando uma rápida expansão no Estado do Paraná. Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento, o estado teve, em 2009/2010, um crescimento de 7,20% na produção de cana-de-açúcar. A produtividade média alcançou 79.500 kg ha⁻¹. A área plantada, por sua vez, passou de 536,0 para 613,7 mil hectares, com incremento de 14,5% com relação à safra anterior (CONAB, 2010).

A expansão da cultura da cana-de-açúcar para áreas de solos arenosos, com histórico de cafeicultura e pastagens degradadas, tem agravado os problemas com fitonematoides (SEVERINO et al., 2010). Mais de 310 espécies de nematoides, filiados à pelo menos 48 gêneros, já foram encontradas em raízes e no solo da rizosfera desta cultura, alguns causando significativas reduções de produtividade (CADET e SPAULL, 2005). Dentre estes a ocorrência de nematoides, especialmente das galhas (*Meloidogyne* spp.) e das lesões radiculares (*Pratylenchus zeae*), têm contribuído para reduções na produtividade em diversas regiões canaveiras (LORDELLO, 1981; NOVARETTI e TÉRAN, 1983; MOURA et al., 1990; DINARDO-MIRANDA, 2005).

O problema com nematoides é agravado pela falta de manejo varietal e pelo plantio em áreas com características químicas, físicas e biológicas do solo, ideais para o desenvolvimento dos nematoides (REGIS e MOURA, 1989). No Brasil, os principais problemas com esses patógenos têm sido registrados nos Estados do Nordeste e São Paulo (MOURA, 2000). No que tange ao Paraná, levantamento realizado recentemente em canaviais da região Noroeste apontou *Pratylenchus* como o gênero mais freqüente, presente em 97,3% das áreas amostradas, seguido por *Meloidogyne* constatado em 62,2% (SEVERINO et al., 2010).

O controle de nematoides em cana-de-açúcar é feito basicamente por meio de nematicidas. No entanto, muitos trabalhos demonstram que apesar da redução da população de nematoides nas primeiras semanas que sucedem à aplicação dos produtos, o número desses organismos no solo tende a voltar a níveis elevados, 90 a 120 dias após o tratamento (NOVARETTI et al., 1984; DINARDO-MIRANDA et al., 1995). Aliado a estes resultados, tais produtos são onerosos, além de serem altamente tóxicos, oferecendo riscos aos aplicadores e ao ambiente. Assim, é necessário que pesquisadores e produtores busquem medidas alternativas para o controle destes patógenos.

A rotação de culturas com plantas não hospedeiras ou antagonistas deve ser vista como uma das principais alternativas para manejo de nematoides, uma vez que além de promover a redução nas populações destes organismos, contribui para melhorar as características físico-químicas do solo (SOUZA e PIRES, 2007). Algumas espécies são comprovadamente eficientes em controlar tais parasitos, como crotalárias e mucunas (RESENDE et al., 1987; SILVA et al., 1990; ARAYA e CASWELL-CHEN, 1994; DIAS et al., 1995).

Contudo, poucos estudos têm avaliado o potencial de outras plantas como *Arachis pintoii* (amendoim forrageiro), *Canavalia ensiformis* (feijão-de-porco) e *Stylosanthes* spp. (estilosantes). Em experimento realizado por Santiago et al. (2001), observou-se que *A. pintoii*, quando utilizada como cultura intercalar ou cobertura verde, apresentou efeito antagonista ao nematoide *M. incognita* raça 2. Carvalho et al. (2010a) constataram que duas espécies de estilosantes (*Stylosanthes capitata* e *S. macrocephala*), componentes do complexo estilosantes Campo Grande, não foram boas hospedeiras de *Pratylenchus brachyurus*. Resultado semelhante foi observado em outro trabalho, no qual as mesmas espécies mantiveram baixo índice populacional de *P. brachyurus* em suas raízes, quando cultivadas em consórcio com milho (CARVALHO et al., 2010b). Sharma (1984), estudando os efeitos de três espécies de estilosantes (*S. guianensis*, *S. macrocephala* e *S. capitata*) sobre *M. javanica* em experimento realizado em casa de vegetação, observou que nas raízes destas plantas não houve o aparecimento de galhas e massa de ovos e que as três espécies reduziram em até 98,4% a população do nematoide, classificando-as como imune ao mesmo.

Moris e Walker (2002), estudando o efeito da mistura de matéria seca de 20 espécies de leguminosas, entre elas *C. ensiformes*, ao solo infestado com *M. incognita*, verificaram que algumas dessas leguminosas como: *C. ensiformis*, *Crotalaria retusa*, *Indigofera hirsuta*, *I. nummularifolia*, *I. spicata*, *I. suffruticosa*, *I. tinctoria* e *Tephrosia adunca*, diminuíram a incidência em até 90% da formação de galhas em tomateiro.

Contudo, poucos estudos têm avaliado o potencial de *Arachis pintoii* (amendoim forrageiro), *Stylosanthes* spp. (estilosantes) e *Canavalia ensiformis* (feijão-de-porco) sobre populações de *P. zae* e *H. dihystra* em solos de cultivo de cana-de-açúcar naturalmente infestados. Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar, em condições controladas, o efeito da rotação de culturas de cana-de-açúcar com feijão-de-porco, amendoim forrageiro e estilosantes Campo Grande (*S. capitata* e *S. macrocephala*) sobre a população de nematoides de *P. zae* e *H. dihystra* em dois tipos de solo obtidos de áreas de cultivo de cana-de-açúcar.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A Cultura da cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar foi descrita por Linneu em 1753, classificando-a como *Saccharum officinarum* e *Saccharum spicatum* (MOZAMBANI et al., 2006). É uma espécie vegetal de grande importância para a agricultura brasileira e mundial. Segundo Matsuoka et al. (2005), trata-se de uma espécie alógama, da família Gramineae (Poaceae) tribo Andropogoneae, gênero *Saccharum*. É uma planta C4 (compostos orgânicos com quatro carbonos), adaptada as condições de altas temperaturas, alta luminosidade e relativa escassez de água (SEGATO et al., 2006). Seu desenvolvimento ocorre em forma de touceira, sendo formada por colmos, inflorescências e folhas e a parte subterrânea formada por raízes e rizomas (CESNIK e MIOCQUE, 2004).

A origem da cana-de-açúcar é na Ásia, em Nova Guiné. Os árabes propagaram a cultura no norte da África e sul da Europa, no mesmo período os chineses a levaram para Java e Filipinas.

Martim Afonso de Souza foi quem trouxe as primeiras mudas de cana ao Brasil, provenientes da Ilha da Madeira, em 1532. Os Estados de Pernambuco e Bahia possuíam, no final do século XVI, mais de cem engenhos de cana. Desta forma, a cultura canavieira teve uma crescente expansão no Brasil, proporcionando ao país a liderança na produção de açúcar mundial até o fim do século XVIII (MOZAMBANI et al., 2006).

Maule et al. (2001) afirmam que por ser uma das melhores opções de energia renovável, a cultura canavieira representa grande importância no cenário agrícola do Brasil e um futuro próspero no cenário agrícola mundial. No setor brasileiro, esta cultura tem exercido principalmente duas funções, sendo elas a produção de açúcar, onde o Brasil se encontra como maior exportador mundial (aproximadamente seis milhões de toneladas) e, a produção de etanol que no Brasil é uma importante alternativa para a substituição do petróleo (PROCÓPIO et al., 2004). Contudo, a cana-de-açúcar fornece, quando processada, matéria-prima para produção de diversos produtos, além do açúcar e do etanol, como energia elétrica, aguardente, rapadura, entre outros subprodutos que podem ser utilizados na produção de ração animal, produtos aglomerados e fertilizantes (EMBRAPA, 2007).

A cultura da cana-de-açúcar apresenta grande importância por possibilitar sua utilização de várias maneiras (CATI, 1997 apud EMBRAPA, 2007). Desta forma, a indústria

de derivados da cana-de-açúcar caracteriza-se como uma das principais atividades geradoras de ocupação no meio rural, gerando cerca de um milhão de empregos. Desses, 511 mil é no campo e o restante dividido entre a produção de açúcar e álcool. Desta forma, o agronegócio da cana-de-açúcar gera 6 % dos empregos em agroindústria brasileira, representando grande porcentagem dos empregos totais do país (aproximadamente 14 %) (BARROS, 2004).

A agroindústria canavieira continua em expansão no Brasil, podendo destacar que na safra de 2010/2011 dez novas usinas entraram em funcionamento no país. Dessas, três foram em Minas Gerais, duas em São Paulo e Goiás e uma em Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Rio de Janeiro. A área de cana-de-açúcar colhida teve um aumento de 8,40% em relação à safra anterior, totalizando em 8.033,6 mil hectares, distribuídos em todos os estados produtores. O Estado do Paraná representa 7,25% da área total de cana plantada no país, ou seja, 582,32 mil hectares, ficando atrás somente de São Paulo, com 54,23% (4.357,01 mil hectares), Minas Gerais com 8,1% (649,94 mil hectares) e Goiás com 7,46% (599,31 mil hectares) (CONAB, 2011).

A previsão do total de cana que será moída na safra 2010/11 é de 624.991 mil toneladas, com incremento de 3,40% em relação à safra 2009/10, o que significa que haverá 20.477 mil toneladas a mais para moagem nesta safra. Desse total de cana, 288.714,9 mil toneladas serão destinadas a produção de açúcar e 336.276,1 mil toneladas serão destinadas a produção de etanol (CONAB, 2011). Atualmente, o álcool possui grande potencial de comercialização, principalmente pelo fato de ser um produto de elevado valor para a sustentabilidade ambiental (SANTOS, 2008). Segundo Carvalho (2003), um litro de álcool combustível reduz cerca de 2,6 Kg de emissão de CO₂, o qual é gerador do efeito estufa.

O cultivo da cana-de-açúcar é realizado em países tropicais e subtropicais, originando, a partir da sacarose contida em seu colmo, vários produtos, como açúcar, álcool, aguardente entre outros (MOZAMBANI et al., 2006). As condições climáticas ideais para o desenvolvimento da cana-de-açúcar são as que apresentam duas estações distintas, sendo uma quente e úmida, para que ocorra a germinação, o perfilhamento e desenvolvimento vegetativo, e outra fria e seca, para a maturação e acúmulo de sacarose nos colmos (CATI, 1997 apud EMBRAPA, 2007). Segundo Ferraz (2007), a cana-de-açúcar precisa de chuvas distribuídas ao longo de seu desenvolvimento, tendo um regime pluviométrico variando entre 1.000 e 1.600 mm nas regiões produtoras tradicionais. Outro fator ambiental que interfere no desenvolvimento da cultura canavieira é a temperatura do ar, paralisando o crescimento da planta em temperaturas superiores a 38 °C e ocorrendo crescimento lento em temperaturas abaixo de 25 °C (FERRAZ, 2007).

Com relação ao solo, para o cultivo da cana-de-açúcar os melhores são os profundos, com boa capacidade de reter água, bem estruturados e férteis, não sendo indicado o cultivo em solos rasos, por apresentarem má drenagem de água. Contudo, por ser uma cultura rústica, a cana-de-açúcar apresenta bom desenvolvimento em solos arenosos e menos férteis (CATI, 1997 apud EMBRAPA, 2007). Segato et al. (2006) afirmam que é importante ter conhecimento do ciclo da cana-de-açúcar e, desta forma, melhor manejá-la, pois a máxima produtividade econômica da cultura baseia-se na interação dos fatores planta, ambiente de produção e manejo.

A cana-de-açúcar é cultivada como monocultura contínua e seu cultivo encontra-se difundido na maioria dos países agrícolas do mundo. O manejo de renovação do canavial, na maioria das vezes, é realizado sem período de pousio, fator que favorece o desenvolvimento de fitonematoides (CADET e SPAULL, 2005).

2.2 Fitonematoides associados à cultura da cana-de-açúcar

Muitas espécies de nematoides são encontradas associadas com a cultura da cana-de-açúcar. Estes são importantes parasitos da cana-de-açúcar, que quando em altas populações causam danos severos ao sistema radicular, que se torna mal desenvolvido e pouco produtivo, resultando em reduções significativas na produtividade agrícola. Tais reduções podem variar com a espécie de fitonematoides, com a densidade de população do parasito e da variedade de cana-de-açúcar cultivada (CADET e SPAULL, 2005).

No Brasil, três espécies de fitonematoides são economicamente importantes, em função dos danos que causam à cultura: *M. javanica*, *M. incognita* e *P. zae* (LORDELLO, 1981). Dessas espécies, a mais prejudicial é *M. incognita*, causando geralmente danos mais severos à cultura, e a mais comum é *P. zae* (DINARDO-MIRANDA, 2005). Atualmente, pesquisas demonstram que os nematoides do gênero *Pratylenchus* e *Meloidogyne* predominam, sendo os principais responsáveis pelas perdas da cultura canavieira (MOURA e OLIVEIRA, 2009).

Na cultura da cana-de-açúcar, a severidade dos danos causados por fitonematoides variam em função do nível populacional dos mesmos, da variedade cultivada e do tipo de solo. Em variedades suscetíveis, *M. javanica* e *P. zae* causam em média 20 a 30% de redução de produtividade no primeiro corte, enquanto *M. incognita* pode ocasionar danos maiores, chegando a 40%. Esse dano ocasionado por esses fitopatógenos podem atingir níveis

ainda maiores, chegando a 50% em casos de variedades muito suscetíveis e níveis populacionais de fitonematoides muito altos, somente na cana planta. Porém, os danos não se restringem à cana-planta, reduzindo também as produtividades das soqueiras e, conseqüentemente, interferindo na longevidade do canavial (DINARDO-MIRANDA, 2008).

Segundo Alonso et al. (1987), a expansão da cultura da cana-de-açúcar em áreas com solos arenosos, têm-se observado danos causados por pragas de solos, destacando-se entre elas os nematoides. O primeiro relato de nematoide parasitando a cultura da cana-de-açúcar foi realizado por Treub em 1985, descrevendo o fitonematoide como *Heterodera javanica*, posteriormente classificado como *M. javanica*, em Java na Indonésia (WINCHESTER, 1969).

A primeira citação de fitonematoides em cana-de-açúcar no Brasil foi realizada no Estado de São Paulo, em 1962, sendo registrados na variedade Co290 os gêneros *Helicotylenchus* e *Trichodorus* (BRIEGER, 1962). Ainda no Brasil, pesquisas mostram associações quase constantes entre cana-de-açúcar e os gêneros *Helicotylenchus*, *Paratrichodorus*, *Trichodorus*, *Tylenchorhynchus*, *Hemicycliophora*, *Xiphinema* e *Criconemella* (CRUZ et al., 1986; MOURA et al., 1999; MOURA, 2000 e MOURA et al., 2000).

O primeiro levantamento sobre a ocorrência e distribuição de fitonematoides em áreas com cultivo de cana-de-açúcar foi realizado no Estado de São Paulo, onde foi possível verificar a presença do gênero *Helicotylenchus* em mais de 90% das amostras, de *Pratylenchus* em 80% das amostras, e outros gêneros como *Meloidogyne*, *Xiphinema*, *Trichodorus*, *Hoplolaimus*, *Ditylenchus* e *Aphelenchus* entre outros (NOVARETTI et al., 1974). Moura et al. (1990) relatam que as espécies de fitonematoides mais importantes para a cultura da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo e no nordeste brasileiro são *M. javanica*, *M. incognita* e algumas espécies do gênero *Pratylenchus* spp. Em altas populações, esses nematoides causam danos severos ao sistema radicular, tornando-o mal desenvolvido e pouco produtivo e, conseqüentemente reduzindo a produtividade agrícola (MOURA et al., 1990).

Trabalho realizado por Novaretti et al. (1998), mostrou altas infestações de *P. zae*, *M. javanica* e *M. incognita* em áreas de cultivos comerciais de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo. Ainda no Estado de São Paulo, em Piracicaba, foram detectadas populações de fitonematoides associados à cana-de-açúcar, entre eles *M. incognita*, *P. zae* e *M. javanica*, sendo o último o mais comum, representando aproximadamente 60% (DINARDO-MIRANDA et al., 2003). No Estado de Pernambuco, estudos relataram que a espécie *P. zae* encontrava-se em altas frequências em lavouras de cana-de-açúcar, classificando-a como uma espécie muito virulenta a cultura (MOURA et al., 1999).

2.3 Controle de fitonematoides

O controle de fitonematoides é uma prática bastante complexa. Vários métodos de manejo têm sido estudados com a finalidade de diminuir as populações de fitonematoides na cultura da cana-de-açúcar, dentre esses métodos citam-se o uso de nematicidas, rotação de culturas, revolvimento do solo nas épocas mais quentes, variedades resistentes ou tolerantes e incorporação de matéria orgânica (BARROS et al., 2000; DINARDO-MIRANDA, 2008).

Diversas técnicas são recomendadas para esse fim e a eficiência das mesmas, quando empregadas isoladamente ou em sistema integrado vem sendo estudadas por alguns pesquisadores (NOVARETTI et al., 1989; CHAVES et al., 2002a; CHAVES et al., 2004). Chaves et al. (2004) avaliaram o efeito de Carbofuran, torta de filtro e diferentes variedades de cana-de-açúcar sobre a densidade populacional de fitonematoides em áreas de cultivo de cana-de-açúcar. Neste trabalho os autores observaram que não houve interação entre os tratamentos e variedades e não foram significativos os tratamentos isolados no controle populacional dos nematoides *Meloidogyne*, *Pratylenchus* e *Helicotylenchus*.

O emprego do controle alternativo, o qual consiste em utilizar medidas não poluentes através de métodos culturais, físicos, biológicos, mecânicos, resistência induzida, legislativos, entre outros, tem como objetivo realizar a redução da intensidade da doença e, desta forma, promover o aumento da produção e produtividade agrícola (PAULA JÚNIOR et al., 2005). Existem perspectivas positivas para o uso de controle alternativo dos fitonematoides da cana-de-açúcar, especialmente pelo uso da rotação de culturas e plantas antagonistas (MOURA, 2005).

O controle desses fitopatógenos tem sido realizado de várias maneiras, sendo uma delas o uso de nematicidas sistêmicos, porém, sua praticidade e eficiência são questionadas devido à inconstância de resultados positivos em algumas regiões como o nordeste brasileiro (MOURA, 2005; MOURA e MACEDO, 2005). Este controle, era realizado como uma técnica isolada, porém, com a evolução de conceito e metodologia anexa aos novos conhecimentos sobre biologia e ecologia dos nematoides, é possível melhorias na manipulação de dados epidemiológicos (SEINHORST, 1970). Moura (2005), após anos de pesquisas, indica para as condições do nordeste, o uso do Sistema Integrado de Controle para Nematoides da Cana-de-açúcar (SICNCA).

Os métodos mais recomendados para minimizar perdas decorrentes desses fitonematoides são o controle químico e a rotação de cultura. A rotação de cultura, por ser

uma prática de baixo custo e apresentar boa eficiência, vem sendo utilizada de modo crescente no nordeste brasileiro (MOURA et al., 1997).

As recomendações técnicas de controle de ataque de fitonematoides seguem os cinco princípios de Whetzel, aplicados à fitopatologia, o qual consiste em terapia, exclusão, erradicação, proteção e imunização. Medidas de exclusão são imprescindíveis para evitar a entrada de fitonematoides e a disseminação dos mesmos em áreas não contaminadas. Para a eliminação de nematoides em áreas já infestadas, a prática da erradicação deve ser adotada para realizar a diminuição das populações, entretanto, a eliminação total do patógeno não ocorre na maioria das vezes. A proteção de plantas baseia-se na utilização do controle químico com nematicidas sistêmicos e a técnica de imunização, fundamenta-se no controle desses fitoparasitos por meio de variedades resistentes (MOURA et al., 1997).

2.3.1 Controle químico

A medida de controle mais adequada para minimizar os danos causados por fitonematoides da cana-de-açúcar é a utilização de variedades resistentes, a qual resulta em menor custo ao produtor e menos riscos ambientais. Devido à inexistência de variedades comerciais resistentes a uma ou a mais espécie de nematoides, o manejo de áreas infestadas com estes parasitos, tem se baseado principalmente no uso de nematicidas químicos aplicados no plantio e/ou nas soqueiras (DINARDO-MIRANDA, 2005).

Frequentemente espécies de fitonematoides são encontradas associadas aos canaviais no Brasil, causando danos significativos na produção (25% a 69%). Devido à importância destes nematoides para a cultura canavieira e a necessidade de controle dos mesmos, vários produtos utilizados no controle químico vêm surgindo nos últimos anos no mercado (NOVARETTI et al., 1995).

Outro fator que incentiva a utilização de nematicidas para controle de fitonematoides é devido esses produtos serem um método atrativo para os produtores pelo fato de alcançar resultados favoráveis num relativo curto período (HALBRENT e JAMES, 2003). Segundo Dinardo-Miranda et al. (2001), resultados favoráveis no controle de nematoides da cana-de-açúcar utilizando nematicidas ocorrem quando as recomendações de aplicação de nematicidas na linha do sulco de plantio são seguidas, contribuindo significativamente para a manutenção da produtividade agrícola. Porém, o uso desses nematicidas tem sido limitado por fatores como o custo elevado e toxicidade do produto, já que os mesmos são responsáveis pela

contaminação de lençóis freáticos, diminuição da camada de ozônio, e redução da microbiota do solo (PEASE et al., 1995).

Segundo Dinardo-Miranda (2005), a utilização de nematicidas resulta em significativos incrementos de produtividade, o qual varia em função da variedade cultivada, do nível populacional do nematoide e do tipo de solo. Tais incrementos podem ser observados em um trabalho desenvolvido por Dinardo-Miranda et al. (2002), cuja aplicação do nematicida Aldicarb 150G na dosagem de 12 kg ha⁻¹ resultou em incrementos de produtividade variando entre 17,3 t ha⁻¹ até 38,1 t ha⁻¹, para as cultivares IAC86-2480 e IAC91-5155 respectivamente, sendo em média de 28,2 t ha⁻¹ ou 34%. Segundo Novaretti et al. (1988), o uso de nematicidas em áreas com elevada infestação por fitonematoides pode resultar em incrementos de produção de até 20 t ha⁻¹.

Estudos desenvolvidos por Novaretti et al. (1980), mostraram que a aplicação de nematicidas no plantio da cana-de-açúcar acarretou em acréscimo significativo na produtividade, porém, tal acréscimo não foi observado na cana soca. Novaretti et al. (1985) observaram que a aplicação do nematicida Carbofuran 5G foi eficiente no controle da população de fitonematoides no solo, porém, essa população voltou a aumentar após um período de quatro meses. No entanto, incrementos na produção foram observados, sendo este período sob baixa população dos nematoides, suficiente para realizar um aumento de 26,51 t ha⁻¹ na produtividade.

Moura e Macedo (1997), estudando o efeito do uso de nematicidas, observaram que o uso do produto promoveu ganhos na colheita da cana planta, porém, métodos de proteção para cana soca eram necessários, pois, as populações de fitonematoides recuperavam-se rapidamente após o tratamento químico. Em trabalho realizado por Novaretti et al. (1995), com a utilização dos nematicidas Terbufós 5G e Carbofuran 5G no controle de nematoides da cana-de-açúcar, demonstraram que o Carbofuran 5G teve eficiência maior sobre as populações de *Meloidogyne* e *Paratrichodorus*, com efeito residual de quatro meses no solo e de seis meses na planta. Já o Terbufós 5G reduziu significativamente a população dos dois fitonematoides e controlou satisfatoriamente os nematoides *Pratylenchus* e *Helicotylenchus*. Os autores observaram, ainda, que o nematicida Terbufós 5G proporcionou incremento de 19,76 a 24,61 t de cana ha⁻¹ em relação à testemunha, em função das dosagens empregadas, já o Carbofuran 5G aumentou a produtividade em até 22,60 t ha⁻¹.

Dinardo-Miranda et al. (2000) concluíram que os nematicidas Carbofuran e Terbufós foram eficientes no controle dos fitonematoides em soqueiras de cana-de-açúcar, porém, incrementos significativos na produtividade foram observados somente em áreas com

elevados níveis populacionais. O nematicida Carbofuran quando aplicado em áreas com alta população de *M.incognita* contribuiu para um aumento médio na produtividade de 30% quando comparado com parcelas que não receberam o nematicida (DINARDO-MIRANDA, 2001).

Dinardo-Miranda et al. (1996), trabalhando em áreas com populações de *P. zaeae*, observaram que o tratamento com o nematicida Carbofuran, no plantio, reduziu significativamente as populações deste nematoide e contribuiu para incrementos na produtividade oscilando entre 14 e 29 t ha⁻¹. Em experimento utilizando Aldicarb 10G, Novaretti e Wenig Filho (1977) observaram significativo incremento na produção de cana quando comparada com a testemunha e, a redução de fitonematoides fora bastante expressiva. Segundo Novaretti et al. (1985), a utilização de produtos químicos em áreas com presença de *M. incognita* proporcionou incrementos médios na produtividade de 50%, chegando a 118% para a variedade SP71-799.

Novaretti et al. (1990) estudaram a eficiência no controle de nematoide em trabalhos de campo, com o nematicida Carbofuran associado à torta de filtro de cana e, verificaram que a redução na população ocorreu apenas em tratamentos onde se aplicou o nematicida na dosagem de 60 kg ha⁻¹ nos primeiros cinco a seis meses após o plantio. Novaretti et al. (1980) verificaram que a aplicação de nematicidas no plantio da cana-de-açúcar determinou acréscimo significativo de produtividade, o que não foi observado na cana soca.

Trabalhos com o produto Edabron 90 CE, aplicado na cana-de-açúcar um ano e meio após o plantio, apresentou efeito altamente fitotóxico em três doses estudadas, ocasionando na maior dosagem produção de zero t ha⁻¹ e na menor dosagem produção de 10 t ha⁻¹, enquanto a testemunha apresentou uma produtividade de 82,51 t ha⁻¹ (NOVARETTI et al. 1980). Dinardo-Miranda (2001) observou em áreas com baixa população de nematoides que o nematicida Carbofuran contribuiu para um incremento médio na produtividade da cana-de-açúcar de 7,8%. Este aumento, segundo o autor, é dado devido a um efeito direto do produto sobre as plantas (efeito fitotônico) e a diminuição de microorganismos fitopatogênicos presentes no solo.

Experimento realizado por Dinardo-Miranda et al. (1995), com variedades de cana-de-açúcar em campo altamente infestado com *M. javanica*, mostraram que o uso de nematicidas nestas áreas implicou em incrementos de produtividade na ordem de 15% nas variedades mais suscetíveis a fitonematoides. Aumentos de produtividade da cana-de-açúcar de 29 e 41 t ha⁻¹ foram observados por Dinardo-Miranda et al. (1996; 1998) respectivamente, devido ao uso de nematicidas em áreas com populações médias de *P. zaeae*.

A eficiência do nematicida fosforado sistêmico Terbufós foi estudada por Barros et al. (2000), com o objetivo de avaliar os efeitos do produto no desenvolvimento e na produtividade da cana-de-açúcar em solos infestados por *Meloidogyne incognita* raça 1 e *Pratylenchus zae*. Foram utilizadas doses diferentes do nematicida em cinco variedades de cana-de-açúcar (SP70-1143, RB813804, SP78-4764, CB45-3 e SP79-1011), apresentando resultados positivos do Terbufós no desenvolvimento das plantas e na produtividade da cana, com aumento de até 55% em relação à testemunha.

Variedades de cana-de-açúcar plantadas em área de cultivo infestadas por *P. zae*, *M. javanica* e *M. incognita* apresentaram incrementos de produtividade, no primeiro corte, oscilando entre de 17,3 t ha⁻¹ na variedade IAC86-2480 até 38,1 t ha⁻¹ para a variedade IAC91-5155, sendo a média de 28,2 t ha⁻¹ ou 34%, em função do tratamento com Aldicarb 150G 12 kg ha⁻¹, efetuado no plantio (DINARDO-MIRANDA et al., 2003). Dinardo-Miranda et al. (2008) obtiveram aumentos significativos de produtividade ao aplicar nematicidas (Aldicarb 150G e Carbofuran 100G) em áreas com populações de *M. javanica*, *P. zae* e *P. brachyurus*, cerca de 20 a 60 dias depois do corte de soqueiras de cana-de-açúcar.

Estudos realizados por Dias-Arieira et al. (2010), avaliando o efeito do nematicida carbofurano no controle de fitonematoides e no rendimento da cultura da cana-de-açúcar em solos arenosos, observaram que a população de nematoides *M. javanica* diminuiu drasticamente em todos os tratamentos, porém, a população de *P. zae* aumentou constantemente durante o período experimental, tendo variado, após 180 dias do plantio, de 87 a 206 espécimes por 100 cm³ de solo. *P. zae* foi controlado significativamente em área com solo do tipo areia franca, após 72 dias de aplicação do nematicida.

Em experimento realizado por Dinardo-Miranda et al. (2010), observou-se que o efeito de nematicida aplicado em soqueiras de início de safra realizou controle de *M. javanica* em somente um ensaio, porém, para *Pratylenchus*, os nematicidas efetuaram a redução da população deste nematoide. Não foram observados incrementos de produtividade devido ao tratamento nematicida em seis dos oito ensaios realizados, apesar de todas as áreas apresentarem infestações de nematoides passíveis de causar danos econômicos à cultura (DINARDO-MIRANDA et al., 2010).

Em cana soca os aumentos na produtividade obtidos em função do tratamento com nematicida são menores, mas também economicamente vantajosos em muitas situações. Um dos exemplos está nos dados do ensaio de Dinardo-Miranda e Garcia (2002), onde se verificou que a aplicação de Carbofuran 100G na dosagem de 22,7 kg ha⁻¹ ou Aldicarb 150G na dosagem de 10 kg ha⁻¹, em cana soca da variedade RB835113, infestada por nematoides de

lesão (*P. zae*), contribuiu para incrementos de produtividade, em relação à testemunha, da ordem de 11,6 a 16,7 t ha⁻¹.

2.3.2 Controle varietal

Entre os métodos de controle de fitonematoides existentes, o mais adequado para a cultura da cana-de-açúcar seria o uso de variedades resistentes ou tolerantes, pois é o mais prático e econômico, já que os custos de produção de mudas dessas variedades são os mesmos de mudas de outras variedades. Outro fator positivo é que o uso destas variedades resistentes não interfere em práticas culturais, não apresenta problemas com resíduos indesejáveis e reduz as populações de fitonematoides (LORDELLO, 1981). A utilização destas variedades também implica em menor custo ao produtor e menos riscos ao meio ambiente (DINARDO-MIRANDA, 2005).

Um fator problemático para o emprego de variedades resistentes é que nem sempre as características agrônomicas desejáveis e a resistência às pragas e às doenças estão associadas na mesma variedade, no entanto, deve-se também ser consideradas e pesquisadas (NOVARETTI et al., 1995).

A busca de genes para o melhoramento genético foi realizada em plantas provenientes de variedades comerciais, resultado do cruzamento entre essas variedades. Além disso, pesquisadores analisam variedades ancestrais de cana-de-açúcar, pois, como as variedades de cana-de-açúcar atuais são híbridas formadas há muitos anos pelas espécies *Saccharum spontaneum* e *Saccharum officinarum*, são procurados genes de interesse econômico nessas espécies ancestrais (SCARAMUCCI, 2006).

Novaretti et al. (1988) estudaram o comportamento de diferentes variedades de cana-de-açúcar em relação às populações de fitonematoides e observaram que este comportamento é variável. Neste estudo a variedade de cana NA56-79 apresentou maior multiplicação do nematoide *Pratylenchus* quando comparada com as variedades SP71-799 e SP71-1406, tanto no solo como nas raízes, demonstrando ser uma boa hospedeira para este fitonematoide, porém, quando controlada a população do nematoide, esta mesma variedade (NA56-79) não apresentou incrementos significativos na produção, comportando-se como tolerante. Dinardo-Miranda (1994) estudou a reação de oito variedades de cana-de-açúcar (NA56-79, SP70-1078, SP70-1143, SP70-1284, SP70-3370, SP71-799, SP71-1406 e SP71-6163) a *P. brachyurus* e *P. zae*. Somente SP70-1284 e SP70-3370 atuaram como boas hospedeiras de *P. brachyurus*

e, para o fitonematoide *P. zaeae*, apenas SP70-1078 e SP70-1143 comportaram-se como más hospedeiras.

O comportamento de algumas variedades de cana-de-açúcar ao nematoide *M. javanica* foram testadas por Dinardo-Miranda et al. (1995). A suscetibilidade a este nematoide foi confirmada em doze das variedades estudadas, apresentando incremento na produção devido a métodos de controle utilizado. Tais aumentos na produção variaram entre 8,2 t ha⁻¹ até 23,5 t ha⁻¹ para a variedade RB785148 e SP78-1233 respectivamente. Neste estudo as variedades SP71-3501 e SP71-6180 foram consideradas intolerantes, já as variedades RB735275, SP71-1632 e SP72-1861 apresentaram-se tolerantes ao fitonematoide. Dinardo-Miranda et al. (1996) avaliaram o efeito de *P. zaeae* sobre a população de uma variedade comercial (RB 72454) e de cinco clones promissores, oriundos do Programa de Melhoramento Genético do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC77-51, IAC82-2045, IAC82-3092, IAC82-4157 e IAC82-4107). Os autores concluíram que o clone IAC82-3092 comportou-se como intolerante, o IAC77-51 como tolerante e os demais genótipos como suscetíveis à espécie em questão.

Em estudos realizados por Novaretti et al. (1981), a variedade SP70-1143 demonstrou ser resistente ao nematoide *M. javanica*. Porém, esta mesma variedade comportou-se como suscetível ao nematoide *M. incognita*, no experimento realizado por Dinardo-Miranda et al. (1995). Seis variedades de cana-de-açúcar foram avaliadas em campo naturalmente infestado por *P. zaeae*, sob condições de cana de ano. As variedades SP80-1816, SP80-3280 e SP87-365 revelaram-se hospedeiros bastante favoráveis a *P. zaeae* e, o uso de nematicida contribuiu para incrementos médios na produtividade de 8,6 t ha⁻¹ (DINARDO-MIRANDA et al., 2004).

Contudo, algumas são as dificuldades no emprego dessas variedades, pois são raras as variedades comerciais atualmente em cultivos resistentes ou tolerantes a pelo menos uma das espécies de fitonematoide de importância econômica. Uma das exceções é a IACSP93-3046, resistente a *M. javanica* (DINARDO-MIRANDA, 2008), entretanto, esta variedade é suscetível a *M. incognita* e a *P. zaeae*. A dificuldade de encontrar variedades resistentes a várias espécies de fitonematoides limita a adoção deste método de controle, pois, em campo, é comum a ocorrência de duas ou mais espécies de nematoides concomitantemente (DINARDO-MIRANDA, 2011).

Devido aos dados apresentados, um aspecto importante que deve ser considerado no controle varietal é o conhecimento preciso das espécies de fitonematoides existentes na área, visto que o comportamento de cada variedade pode variar de acordo com a população do fitonematoide.

2.3.3 Controle alternativo

Controle alternativo é a utilização de medidas não poluentes, visando a diminuição da intensidade da doença e, desta forma, promovendo o aumento da produção e produtividade agrícola, por meio de métodos culturais, mecânicos, físicos, legislativos, biológicos e resistência induzida, entre outros (PAULA JÚNIOR et al., 2005).

Medidas como a rotação de culturas com espécies vegetais não hospedeiras de fitonematoides e pousio em áreas com alta população são eficientes no controle desses fitoparasitas. Entretanto, por questões econômicas, não são comumente adotadas por produtores, pois os mesmos querem maximização do uso do solo, principalmente em áreas irrigadas (DUTRA e CAMPOS, 2003).

Estudos realizados no Brasil indicam tendências favoráveis para o controle alternativo dos fitonematoides em cana-de-açúcar, destacando-se o uso da rotação de culturas e de plantas antagônicas (MOURA, 2005). Moura e Oliveira (2009) observaram em trabalho realizado em Pernambuco, que a prática de pousio mostrou-se eficiente, diminuindo a população do nematoide *P. zae*. Entretanto, para que esta prática seja eficiente, é necessário que o produtor remova toda a soca remanescente dos plantios anteriores, que eventualmente brotam e mantêm os nematoides na área.

O alqueive ou pousio, realizado em campo após a eliminação das raízes das plantas infetadas, é eficaz na redução populacional de *Meloidogyne* spp., mesmo quando realizado por um curto período. A diminuição significativa da população de *M. incognita* foi observada em estudo realizado em parcelas com revolvimento do solo com ou sem irrigação, irrigadas sem revolvimento e pousio durante 14 dias (DUTRA e CAMPOS, 2003). O simples revolvimento do solo eliminou 54% da população de *M. javanica* remanescente num solo num período de 72 h (DUTRA e CAMPOS, 1998).

Além disto, a utilização de métodos alternativos no manejo de doenças de plantas tem se intensificado nos últimos anos devido à necessidade de uma agricultura sustentável, com alta qualidade e produtividade, porém, com baixo impacto econômico e ambiental (SOARES et al., 2004).

2.3.3.1 Resíduos orgânicos

Trabalhos relacionados com a utilização de resíduos no controle populacional de fitonematoides são muito importantes para estabelecimento de estratégia de manejo desses fitoparasitos, porém, esses trabalhos são escassos (ALBUQUERQUE, 2002). A supressão de nematoides parasitas de plantas por meio de resíduos orgânicos é conhecida (DINARDO-MIRANDA e FRACASSO, 2010). Desta forma, o uso de matéria orgânica vem sendo destacada como componente importante do manejo integrado, contribuindo assim para a redução do uso dos produtos químicos em lavouras canavieiras (MOURA, 2000). Entre as várias formas de matéria orgânica, a torta de filtro, subproduto resultado da industrialização do açúcar, destaca-se pela riqueza em potássio, cálcio, fósforo, nitrogênio e ferro (GLORIA et al., 1974; ORLANDO FILHO e LEME, 1984; PREZOTTO e GLORIA, 1990).

A utilização da torta de filtro no manejo de nematoides contribui com propriedades corretivas de acidez do solo por conta dos efeitos quelantes da matéria orgânica sobre o alumínio, alterações no balanço catiônico do solo e elevada capacidade de retenção de água, contribuindo desta forma, para o incremento da produtividade da cana-de-açúcar em sistemas não irrigados, melhorando a produtividade em plantios realizados em épocas desfavoráveis (COLETI et al., 1980).

Na cultura da cana-de-açúcar, a matéria orgânica mais comumente utilizada é a torta de filtro. No entanto, pesquisas de campo mostram que a diminuição das populações de nematoides não é realizada nas dosagens atualmente utilizadas de torta de filtro, porém, contribuem no aumento de produtividade da cultura devido seus efeitos nutricionais (NOVARETTI e NELLI, 1985; DINARDO-MIRANDA et al., 2003).

Com a adição de matéria orgânica no solo a população de nematoides tende a diminuir (LORDELLO, 1981; RODRÍGUEZ-KABANA, 1986; KAPLAN et al., 1992) devido ao efeito nocivo que esta matéria orgânica exerce aos fitonematoides através da liberação de diversas formas de nitrogênio no solo, além de aumentar a população microbiana antagonista a esses fitopatógenos (KAPLAN et al., 1992). Outros fatores que contribuem para a diminuição da população dos nematoides por meio de adição de matéria orgânica são a criação de condições favoráveis à multiplicação de inimigos naturais desses fitonematoides, principalmente de fungos, e também, por liberar durante seu processo de decomposição, substâncias orgânicas com efeitos nematicidas (LORDELLO, 1981).

Frequentemente nos canaviais realiza-se o uso da torta de filtro como substituto de insumos tradicionais a base de potássio, principalmente na operação de plantio, sendo colocada no sulco juntamente com a muda de cana de açúcar (PIACENTE, 2005). A utilização da vinhaça via fertirrigação também é muito realizada, este subproduto da cana é

rico em matéria orgânica e em nutrientes minerais como potássio, cálcio e enxofre (LUDOVICE, 1996). Esses compostos, além de fazerem a incorporação de matéria orgânica, possuem constituições químicas significativas e altas doses de nutrientes, contribuindo assim com a melhoria nas propriedades físicas e químicas do solo e aumentando a atividade biológica do mesmo (FERRAZ, 1992).

Trabalhos realizados por Aguilera et al. (1988) no Sudeste, revelaram que o tratamento com torta de filtro, na dosagem de 30 t ha⁻¹ aumentou a produção de cana planta em 42% e 36% nas variedades NA56-79 e RB735275, respectivamente. Estudos realizados em casa de vegetação por Albuquerque et al. (2002) apresentaram reduções nas taxas de eclosão de juvenis de segundo estágio de *M. incognita* e *M. javanica*, decorrentes da exposição de ovos a extratos de torta de filtro.

Dinardo-Miranda et al. (2003) observaram a influência da torta de filtro no controle de fitonematoides, entre eles *P. zae*. Os resultados obtidos mostraram que este adubo não apresentou efeito nematicida considerável, porém, contribuiu para aumento na produtividade na ordem de 20 t ha⁻¹ e a utilização simultânea da torta de filtro com nematicida resultou em aumento na produtividade médio de 40 t ha⁻¹. Resultados semelhantes foram obtidos por Chaves et al. (2002b), onde a adição de torta de filtro em áreas cultivadas com cana-de-açúcar mostrou não promover a redução das populações de fitonematoides. Todavia, a torta de filtro contribuiu para um melhor desenvolvimento da cultura, sendo, portanto, indicada para áreas com infestações médias ou altas desses fitopatógenos.

Outro adubo orgânico que pode ser utilizado na cultura da cana-de-açúcar no controle de nematoides é a torta de mamona que, em trabalho de campo conduzido por Dinardo-Miranda e Fracasso (2010), possibilitou a redução na população de *P. zae* e *P. brachyurus* e contribuiu para aumentar a produtividade do canavial, quando utilizada em doses de 600 a 1.800 kg ha⁻¹, sendo este produto considerado pelos autores útil em um programa de manejo integrado de nematoides.

O aumento da biodiversidade antagonista e a liberação de compostos tóxicos durante a decomposição da matéria orgânica contribuem para uma supressão na população de *Meloidogyne*. Além do que, a adição de matéria orgânica no solo melhora a nutrição das plantas e, dessa forma, aumenta a tolerância das plantas aos fitonematoides (DIAS et al., 2000).

2.3.3.2 Utilização de indutores de resistência

Segundo Jackson e Taylor (1996), as plantas naturalmente dispõem de diversos mecanismos de defesa contra a invasão de microrganismos. Dentre estes mecanismos, incluem-se barreiras químicas e físicas pré-existentes, respostas de defesa induzidas que se tornam ativas após a infecção do patógeno, síntese de fitoalexinas, modificações da parede celular e a produção de proteínas antifúngicas.

Neste contexto, o objetivo da indução de resistência é a redução na utilização de defensivos químicos e, este método tem-se mostrado bastante promissor no controle de doenças de plantas, constituindo-se em um método alternativo para o controle de várias doenças (VRAIN, 1999; ANWAR et al., 2003). Sua técnica consiste em ativar mecanismos de defesa da planta ou parte desta, contra o ataque de patógenos. Portanto, a resistência induzida abrange a ativação de mecanismos latentes de resistência através de tratamento com agentes abióticos e bióticos (PIETERSE et al., 2005).

Na maioria das vezes, o desencadeamento destes mecanismos de defesa das plantas é realizado por patógenos que causam necrose nos tecidos vegetais (RYALS et al., 1996). A indução da planta a ataques subsequentes de patógenos é realizada no primeiro contato entre um indutor de resistência e uma planta. Hormônios de plantas, como o ácido salicílico e ácido jasmônico, apresentam papéis fundamentais na regulação de respostas de defesa da planta (TON et al., 2002).

O ácido jasmônico é um dos vários indutores utilizados, sendo um hormônio natural que controla a senescência da planta e leva a indução de proteínas em resposta ao ataque de patógeno. Os jasmonatos são derivados do ácido linolênico, por um processo dependente de lipoxigenase. As lipoxigenases estão envolvidas na biossíntese de jasmonatos e, conseqüentemente, na resposta de defesa da planta ao patógeno ou aumento da capacidade de sintetizar outros compostos derivados de lipídeos, usados na defesa da planta (GUNDLACH et al., 1992). O silício pode ativar a síntese de substâncias como fenóis, lignina, suberina e calose na parede celular, sendo esses mecanismos de resistências das plantas. O mecanismo pelo qual o silício ativa resistência ainda não foi totalmente esclarecido (TERRY e JOYCE, 2004).

Segundo Salgado e Silva (2005), a resistência induzida em plantas contra fitonematoides depende de vários fatores, tais como espécies da planta hospedeira e seu estado nutricional, o tipo de indutor de resistência e o patógeno envolvido. Alguns indutores se mostraram promissores no manejo de doenças causadas por fitonematoides. Em plantas resistentes a nematoides do gênero *Meloidogyne*, a formação do sítio de alimentação é inibida

principalmente pela reação de hipersensibilidade ou pela degeneração precoce do sítio de alimentação.

Diferentes dosagens de ácido salicílico, fosfito de potássio, silicato de potássio e acibenzolar-S-metil foram estudadas na avaliação da eclosão e mortalidade de juvenis de segundo estágio (J2) de *M. exigua*. Os resultados obtidos após 90 dias da inoculação mostraram que as diferentes doses dos produtos não influenciaram na eclosão e na mortalidade do fitonematoide. A maior mortalidade e menor eclosão dos J2 foram causadas por ácido salicílico juntamente com o silicato de potássio (SALGADO et al., 2007).

Outros indutores também se mostram promissores para o manejo de doenças causadas por fitonematoides. Silva et al. (2002a) observaram reduções significativas no número de galhas de *Meloidogyne* sp. em tomateiro após a aplicação de ASM em diferentes épocas. Em estudos com populações mistas de *Meloidogyne* sp. e *Pratylenchus* sp. em cana-de-açúcar, ASM mostrou-se eficiente reduzindo o número desses fitonematoides no interior das raízes em relação a plantas não tratadas com o indutor (CHAVES et al., 2004).

Guimarães et al. (2008) estudaram o efeito de metil jasmonato e silicato de potássio aplicados em cana-de-açúcar por meio de pulverização foliar no controle de *M. incognita* e *P. zea*, e concluíram que o metil jasmonato e o silicato de potássio foram eficientes na indução de resistência a *M. incognita* em plantas de cana-de-açúcar RB867515 e RB92579, porém, não apresentaram efeito sobre o crescimento da planta. No entanto, os indutores não se mostraram eficientes quando aplicados na variedade RB863129 em solos infestados por *P. zea*.

O efeito de indutores de resistência sobre a densidade populacional de *M. incognita* em mudas de cana-de-açúcar foi pesquisado por Assunção et al. (2010). Neste trabalho, foram realizados dois experimentos, o primeiro com mudas da variedade RB867515 e aplicação de diferentes fontes a serem avaliadas quanto ao potencial de indução de resistência. Neste ensaio, não houve diferenças significativas entre os tratamentos, entretanto, os autores observaram que o nematicida Cadusafós foi o mais eficiente na redução da densidade populacional de *M. incognita* e que o fosfito de potássio, aplicado nas raízes, reduziu a densidade populacional do nematoide enquanto a mistura de abamectina + acibenzolar-S-metil resultou em aumento populacional. No segundo ensaio, foram avaliadas seis variedades de cana-de-açúcar em combinação ou não com a aplicação de acibenzolar-S-metil, onde foram observadas diferenças significativas entre variedades, mas não se detectaram diferenças em função da aplicação de acibenzolar-S-metil sobre a densidade populacional e o fator de reprodução de *M. incognita*.

2.3.3.3 Rotação de culturas

O uso de plantas antagonistas em esquemas de rotação ou plantio consorciado tem se mostrado uma alternativa bastante atrativa. Algumas delas 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 (FERRAZ e FREITAS, 2004).

Quando bem planejadas, a rotação de culturas com espécies más ou não hospedeiras pode ser um método eficiente em sistema integrado de controle dos fitonematoides. Várias plantas são utilizadas neste sistema rotação de culturas com cana-de-açúcar, sendo as mais comuns crotalária, mucuna, soja e amendoim (OLIVEIRA et al., 2008). Entretanto, segundo esses autores, dependendo das espécies de fitonematoides, algumas dessas culturas poderão aumentar a população desses fitoparasitos.

Dentre as espécies de plantas utilizadas no sistema de rotação de cultura para o controle de fitonematoides pode-se citar o uso de leguminosas, sendo essas leguminosas promissoras para a prática da adubação verde, adicionando nutrientes ao solo (DINARDO-MIRANDA, 2011). No cultivo orgânico, destacam-se: mucuna-preta (*Stilozobium aterrimum*), crotalária (*Crotalaria juncea*) e feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) por serem plantas rústicas e de eficiente desenvolvimento vegetativo, adaptadas às condições de baixa fertilidade e elevadas temperaturas (PEREIRA et al., 1992). Crotalárias e mucunas são algumas das espécies comprovadamente eficientes em reduzir a densidade populacional dos nematoides parasitas de plantas (RESENDE et al., 1987; SILVA et al., 1990; ARAYA e CASWELL-CHEN, 1994; DIAS et al., 1995; BRINGEL e SILVA, 2000).

Dessas leguminosas, a espécie *C. juncea* é muito utilizada por ser bastante produtiva, o que reflete diretamente na produtividade do canavial subsequente (CÁCERES e ALCARDE, 1995). Estudos sobre as espécies de *Crotalaria* têm sido realizados com frequência a fim de serem utilizadas como adubos verdes ou para reduzirem populações de fitonematoides (OLIVEIRA et al., 2008). A maioria dos estudos envolvendo as crotalárias está relacionada com a sua capacidade de serem não hospedeiras e não permitirem multiplicação dos nematoides em esquemas de rotação de culturas (FERRAZ et al., 2010).

Em trabalho realizado por Wang et al. (2002), observou-se que a incorporação de *C. juncea* ao solo estimula o crescimento da população de inimigos naturais de nematoides. De acordo com Silva et al. (1989) e Araya e Caswell-Chen (1994), *M. javanica* penetra as raízes de algumas espécies de crotalárias, mas não consegue atingir a fase adulta. Ribas et al. (2002),

avaliando a utilização de *C. juncea* e *C. spectabilis* consorciadas com quiabeiro, observaram redução no número de galhas, formadas por fitonematoides, nas raízes desta planta e consequente aumento na produtividade.

Na região Nordeste, a espécie *C. spectabilis*, que tem efeito antagônico reconhecido sobre os nematoides, não tem apresentado bom desenvolvimento. Segundo Moura et al. (1997), nessa mesma região, apesar de ter apresentado números negativos, *C. juncea* não impediu o aumento das populações de *P. zaeae*. Santana et al. (2003) realizaram estudos utilizando a variedade de cana-de-açúcar SP70-1143 e *C. juncea*, por período de 18 meses e, observaram que *C. juncea* não é hospedeira de *Pratylenchus* e má hospedeira de *M. javanica* e *Rotylenchulus reniformis*, porém, essa espécie se mostrou boa hospedeira a *Criconemella*. Ao final deste experimento, os autores observaram a presença de outros nematoides ectoparasitas migradores, sendo eles: *Helicotylenchus dihystera*, *Paratrichodorus*, *Trichodorus* e *Xiphinema* em toda a área do experimento, apresentando variações entre os tratamentos. Após comparar os índices populacionais desses nematoides nas parcelas com *C. juncea*, Santana et al. (2003) concluíram haver uma ação supressiva desta cultura sobre os fitoparasitas.

O principal modo de ação das crotalárias seria sua capacidade de atuar como planta armadilha, ou seja, permite a penetração de juvenis em suas raízes, porém, impedem o seu desenvolvimento até a fase adulta (SILVA et al., 1989). Silva et al. (1989) observaram que os juvenis de *M. javanica* penetram nas raízes de *C. spectabilis*, *C. juncea* e *C. paulina*, porém, após período de 45 dias da inoculação, nenhuma fêmea foi formada, enquanto que em plantas de tomate, as fêmeas foram encontradas após 24 dias.

O amendoim forrageiro é uma leguminosa herbácea, perene, originária da Bahia (município de Belmonte) e de crescimento rasteiro, estolonífera com 20 a 40 cm de altura. Produz ao redor de 20 a 30 toneladas de massa verde e 4 a 5 toneladas de massa seca, por há e por ano. A quantidade de N absorvida (por fixação do ar e por absorção do solo) fica entre 80 e 120 kg de Nitrogênio por ha por ano (FORMENTINI et al., 2008). Experimentos com rotação de cultura em áreas de cana-de-açúcar com amendoim, milho e *C. juncea*, apresentaram redução na população de nematoides. Os tratamentos amendoim mais amendoim, milho mais amendoim, milho mais milho e *C. juncea* foram mais eficientes no controle populacional de *Meloidogyne* spp., podendo ser indicados como opções de rotação de culturas com cana-de-açúcar (MOURA, 1991). Além do uso de *C. juncea* por período de um ano, reduzir drasticamente a população mista de *Meloidogyne* em cana-de-açúcar, ela não interferiu na produtividade da cana planta (ROSA et al., 2003a).

A utilização alternada de mucuna-preta (*Stizolobium aterrimum*) com *C. juncea* e vice-versa, com incorporação, se mostrou muito eficiente no controle do nematoide *P. zaeae* (MOURA e OLIVEIRA, 2009). Porém, a rotação de cana-de-açúcar com *C. juncea* por um ciclo de cultivo proporcionou o aumento de *P. zaeae* (DINARDO-MIRANDA e GIL, 2005). Resultados semelhantes também foram observados por ROSA et al. (2003b), em trabalho realizado no Estado da Paraíba.

Dinardo-Miranda (2001) estudou o efeito da soja (*Glycine max*) em sistemas de rotação de cultura em áreas de reforma de canavial, e observou que esta cultura apresenta vários aspectos positivos, como a melhoria dos atributos químicos do solo. Contudo, a variedade de soja deve ser cuidadosamente escolhida, visto que o uso de cultivares de soja suscetíveis pode aumentar a incidência de *M. incognita*, *M. javanica* e *P. brachyurus* (DIAS et al., 2000).

Araya e Cheves (1997) avaliaram o controle de espécies de fitonematoides no cultivo da banana com emprego de cobertura do solo com *Arachis pintoi* e *Geophilla macropoda* e concluíram haver necessidade de pesquisas adicionais buscando conhecer melhor os efeitos dessas leguminosas sobre espécies de *Meloidogyne*. Santiago et al. (2001) observaram que o cultivo de *A. pintoi* como cultura intercalar ou cobertura verde, apresentou efeito antagonista ao nematoide *M. incognita* raça 2. Reduções significativas no número de galhas de *M. incognita* em mudas de tomateiro consorciadas com *A. pintoi* foram verificadas por Marbán-Mendoza et al. (1992). Segundo esses autores, o maior responsável pelas propriedades nematicidas dessa leguminosa seria a presença de lecitinas solúveis liberadas por exsudados radiculares.

O estilosantes Campo Grande é uma planta anual ou bianual, mistura de duas espécies de leguminosas, *Stylosanthes capitata* e *S. macrocephala*. O *S. macrocephala*, possui um crescimento mais horizontal, com folhas pontiagudas e flores, na sua maioria, amarelas; e o *S. capitata*, possui hábito de crescimento mais vertical. Ambas as espécies podem chegar a mais de um metro de altura e seu florescimento ocorre nos meses de abril a maio e a principal característica da sua persistência é a ressemeadura natural. O Estilosantes Campo Grande tem uma produtividade anual em torno de 12 a 13 toneladas de matéria seca e fixa ao redor de 180 kg de nitrogênio por ano (FORMENTINI et al., 2008).

Sharma (1984) observou o efeito de três espécies de estilosantes (*S. guianensis*, *S. macrocephala* e *S. capitata*) sobre *M. javanica*, em casa-de-vegetação. Os resultados obtidos demonstraram que nas raízes destas plantas não houve o aparecimento de galhas e massa de

ovos e, que as três espécies reduziram em até 98,4% a população do fitonematoide, classificando-as como imune ao mesmo. Duas espécies de estilosantes (*Stylosanthes capitata* e *S. macrocephala*) que compõe a variedade comercial Estilosantes Campo Grande, se apresentaram como más hospedeiras de *P. brachyurus* (CARVALHO et al., 2010a). Essas mesmas espécies de plantas, quando cultivadas em consórcio com milho também se apresentaram como más hospedeiras de *P. brachyurus*, mantendo baixa a população deste fitopatógeno em suas raízes (CARVALHO et al., 2010b).

A *Canavalia ensiformis* é uma leguminosa de origem americana, muito cultivada em regiões tropicais e equatoriais. Possui crescimento herbáceo ereto não trepador, atingindo 1,2 a 1,5 metros de altura. É uma planta bastante rústica, de ciclo anual ou bianual com crescimento inicial lento. Adapta-se a qualquer tipo de solo, tolera sombreamento parcial, não suportando, porém a geada (FORMENTINI et al., 2008).

Estudos realizados por Moris e Walker (2002), sobre o efeito da mistura de matéria seca de 20 espécies de leguminosas, entre elas *C. ensiformes*, ao solo infestado com *M. incognita*, mostraram que algumas leguminosas como *C. ensiformis*, *Crotalaria retusa*, *Indigofera hirsuta*, *I. nummularifolia*, *I. spicata*, *I. suffruticosa*, *I. tinctoria* e *Tephrosia adunca*, diminuíram a incidência em até 90% da formação de galhas em tomate.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização do experimento

O experimento foi conduzido em ambiente protegido (Figura 1), localizada na Universidade Estadual de Maringá, Campus de Umuarama, no município de Umuarama, Noroeste do Estado do Paraná.

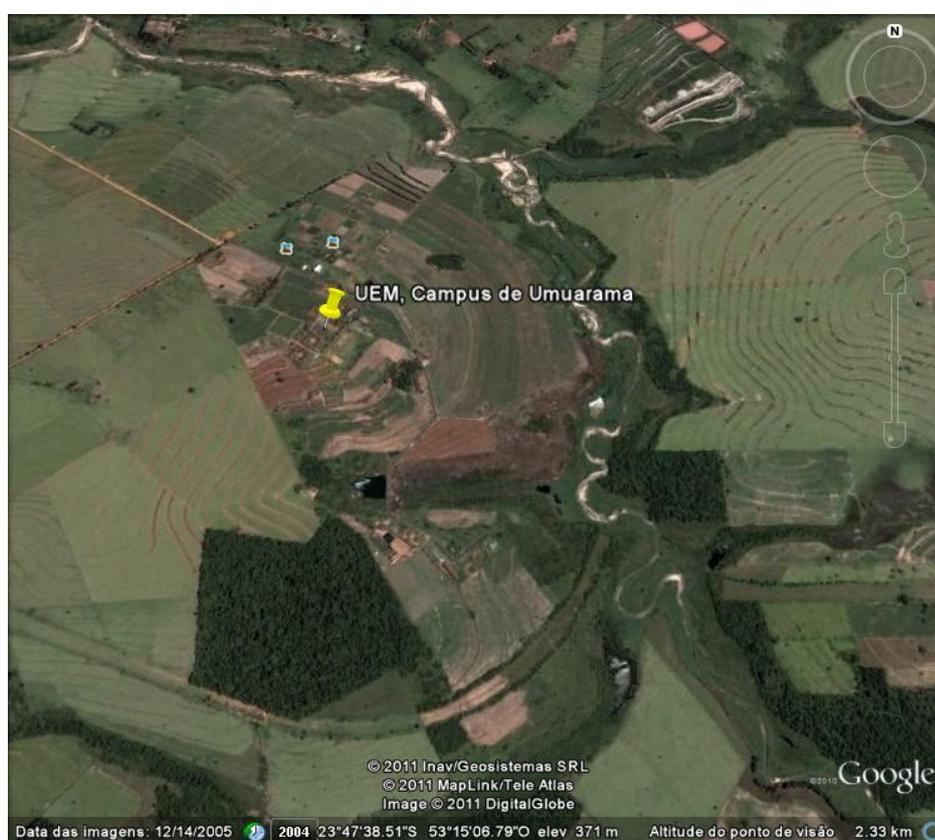


Figura 1: Localização da Universidade Estadual de Maringá, *Campus Regional de Umuarama*.

Fonte: Google Earth



Figura 2: Ambiente Protegido da Universidade Estadual de Maringá, *Campus* de Umuarama, onde foi instalado o experimento.

Fonte: O autor.

3.2 Delineamento experimental

O ensaio foi realizado em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com oito repetições, em esquema fatorial 4x2x2, sendo quatro tratamentos: *A. pintoii*, *C. ensiformis*, *Stylosanthes* Campo Grande e milho, como testemunha suscetível; dois períodos de cultivo: 90 e 120 dias e dois tipos de solo: franco siltoso e franco argiloso.

3.3 Coleta de solo

O ensaio foi realizado no período de agosto/2009 a setembro/2010. Os solos utilizados no presente trabalho foram coletados de duas áreas com histórico de cultivo de cana-de-açúcar e com infestação natural de nematoides, sendo um solo franco siltoso, obtido no município de Paraíso do Norte – PR (Tabela 1) e, outro franco argiloso, do município de São Carlos do Ivaí – PR (Tabela 1).

Tabela 1: Características físicas dos solos dos municípios de Paraíso do Norte - PR e São Carlos do Ivaí - PR.

| Amostra | Argila (%) | Silte (%) | Areia (%) |
|--------------------------------------|------------|-----------|-----------|
| Paraíso do Norte (Franco siltoso) | 14,9 | 72,7 | 12,4 |
| São Carlos do Ivaí (Franco argiloso) | 27,9 | 26,1 | 46,0 |

Em cada área coletou-se, aproximadamente, 300 litros de solo naturalmente infestados com fitonematoides. Este solo foi levado para o ambiente protegido da Universidade Estadual de Maringá, *Campus* Regional de Umuarama, e depositado em vasos com capacidade para 2,5 L. Do solo restante, fora retirada uma amostra para análise química, a qual foi encaminhada ao laboratório de análises químicas da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, *Campus* de Marechal Cândido Rondon (Tabela 2 e 3).

Tabela 2: Caracterização química de solo franco siltoso coletado de área de cultivo de cana-de-açúcar no município de Paraíso do Norte – PR.

| P | MO | Ph CaCl ₂ | H + Al | Al ³⁺ | K ⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | SB | CTC | V | Al |
|---------------------|--------------------|--------------------------|---|------------------|----------------|------------------|------------------|------|------|--------|-------|
| mg dm ⁻³ | g dm ⁻³ | 0,01 mol L ⁻¹ | -----cmol _c dm ⁻³ ----- | | | ----- | | | | -----% | ----- |
| 7,56 | 12,99 | 4,37 | 3,87 | 0,30 | 0,27 | 1,45 | 0,41 | 2,13 | 6,00 | 35,50 | 12,35 |

Tabela 3: Caracterização química de solo franco argiloso coletado de área de cultivo de cana-de-açúcar no município São Carlos do Ivaí – PR.

| P | MO | Ph CaCl ₂ | H + Al | Al ³⁺ | K ⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | SB | CTC | V | Al |
|---------------------|--------------------|--------------------------|---|------------------|----------------|------------------|------------------|------|------|--------|-------|
| mg dm ⁻³ | g dm ⁻³ | 0,01 mol L ⁻¹ | -----cmol _c dm ⁻³ ----- | | | ----- | | | | -----% | ----- |
| 13,64 | 11,62 | 5,90 | 2,96 | 0,00 | 0,20 | 3,47 | 2,10 | 5,77 | 8,73 | 66,09 | 0,00 |

3.4 Manejo experimental

Inicialmente cada vaso recebeu duas plântulas de milho, produzidas em sementeiras contendo substrato tipo Plantmax[®], com aproximadamente 15 dias de germinação. Essas plantas foram cultivadas por quatro meses para possibilitar a multiplicação dos nematoides. Posteriormente, descartou-se a parte aérea, retirou-se de cada vaso uma amostra de solo (100 cm³) e raiz (10 g), para a determinação da população inicial dos nematoides, de acordo com as metodologias de Jenkins (1964) e Coolen e D’Herde (1972), respectivamente.

Após a retirada do milho, em cada vaso foram transplantadas, separadamente, duas plântulas, com aproximadamente 20 dias de germinação, das espécies: *Stylosanthes* Campo Grande (Figura 3), *C. ensiformis* (Figura 4) e *A. pintoi* (Figura 5), sendo o milho utilizado como testemunha suscetível. As plântulas foram produzidas em bandejas contendo substrato tipo Plantmax[®].



Figura 3: Estilosantes Campo Grande (*S. capitata* e *S. macrocephala*).

Fonte: <http://www.agron.com.br/v/3397-estilosantes-campo-grande>



Figura 4: *Canavalia ensiformis*.

Fonte: <http://floraofsingapore.wordpress.com/2010/04/29/arachis-pintoi/>



Figura 5: *Arachis pintoi*.

Fonte: <http://leguminutre.com/Canavalia.html>

As leguminosas permaneceram nos vasos por dois períodos distintos: 90 e 120 dias. Decorridos estes períodos, coletou-se 100 cm³ de solo e o sistema radicular para avaliação da população do nematoide de acordo com as metodologias citadas.

Cada vaso recebeu duas plântulas de cana cv. RB867515, produzidas através de segmentos do colmo colocados em gerbox contendo papel umedecido com água e, mantidos em germinador elétrico para sementes, com idade aproximada de dez dias, as quais permaneceram por mais 120 dias, objetivando avaliar o efeito residual das leguminosas sobre a população remanescente de nematoides no solo. Posteriormente, coletou-se solo (100 cm³) e o sistema radicular para avaliação do número de nematoides, de acordo com as metodologias já citadas.

Os parâmetros avaliados foram: população inicial (Pi), obtida pelo somatório dos valores de nematoides no solo + raiz, antes do plantio das leguminosas; população final no solo + raiz (Pf) após as leguminosas; e população de nematoides no solo + raiz após a cana-de-açúcar (bioteste). Determinou-se o fator de reprodução ($FR = Pf/Pi$) de acordo com Oostenbrink (1966). Os resultados obtidos foram avaliados quanto à interação entre tipo de solo x tempo de cultivo x tratamentos. Os dados foram submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizando o programa estatístico SPSS[®] Statistics. Para avaliar o efeito do tempo de cultivo das leguminosas sobre a população de nematoides utilizou-se o teste T pareado.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Efeito do Uso das Leguminosas Sobre as Populações de *P. zae* e *H. dihystra*

A análise da interação entre os fatores tipo de solo x tempo cultivo x plantas leguminosas sobre a população de *P. zae* e *H. dihystra* não foi significativa, o que permitiu os estudos dos mesmos isoladamente. Observou-se ainda, através do teste T pareado, que o tempo de cultivo das leguminosas não afetou significativamente a população de *P. zae*, independente do tipo de solo.

Em todos os ensaios realizados neste estudo, observou-se que o milho possibilitou a multiplicação do nematoide. Esta espécie foi escolhida como testemunha, por ter sua suscetibilidade a *P. zae* comprovada por outros pesquisadores (LORDELLO et al., 1992; FERRAZ, 1999; MOURA et al., 2004).

Observou-se no solo franco siltoso (Tabela 4), que o cultivo de milho (padrão de suscetibilidade) por 90 dias permitiu o aumento da população de *P. zae* (FR = 1,83), principalmente quando comparado ao cultivo das leguminosas, cujos FR variaram entre 0,02 para o feijão-de-porco a 0,10 para o estilosantes. Contudo, comparando as médias obtidas para as diferentes leguminosas avaliadas, notou-se que não houve diferença estatística ($P=0,05$). A população de *P. zae* no solo foi de 149,9; 170,75; 243,38 e 475,8, para estilosantes, feijão-de-porco, amendoim forrageiro e milho, respectivamente (dados não apresentados).

Tabela 4: Número de espécimes de *Pratylenchus zae* (solo+raiz) em milho cultivado por 120 dias (Pi), leguminosas cultivadas por 90 dias (Pf) e em cana-de-açúcar cultivada por 120 dias após as leguminosas (Bioteste) em solo franco siltoso e fator de reprodução (FR).

| Tratamentos | Pi | Pf | FR ¹ | Bioteste |
|----------------------|-------------|------------|-----------------|-----------|
| Milho | 37569,00 a | 68623,50 a | 1,83 | 7384,10 a |
| <i>C. ensiformis</i> | 27265,00 ab | 656,50 b | 0,02 | 636,50 b |
| <i>A. pintoi</i> | 10264,10 b | 561,50 b | 0,05 | 557,30 b |
| S. Campo Grande | 18802,10 ab | 1814,40 b | 0,10 | 418,10 b |
| CV (%) | 16,32 | 11,02 | - | 21,08 |

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹ FR= Pf/Pi (OOSTENBRINK, 1966).

O efeito das leguminosas sobre o nematoide foi também comprovado quando se realizou o bioteste, visto que a população de *P. zae* permaneceu inferior na cana-de-açúcar cultivada após as leguminosas, diferindo estatisticamente do valor observado para o tratamento cana-de-açúcar após milho (Tabela 4).

Marbán-Mendoza et al. (1992) relataram a resistência de *A. pinto* aos nematoides de galhas, quando as plantas foram inoculadas com *M. incognita*. Herrera e Marbán-Mendoza (1999) observaram a existência de um provável efeito inibitório de exsudados radiculares de leguminosas como *A. pinto*, no movimento de juvenis de segundo estágio de *M. incognita*. Santiago et al. (2001) também observaram, em casa de vegetação, a eficiência de *A. pinto* quando utilizada como cultura intercalar ou cobertura verde, demonstrando nessas condições efeito antagonista ao nematoide *M. incognita* raça 2.

A eficiência das três espécies de leguminosas avaliadas foi confirmada quando as mesmas foram cultivadas em solo franco siltoso por 120 dias (Tabela 5). Nesta avaliação observou-se que o FR do nematoide após o cultivo do milho foi igual a 1,78, enquanto para as leguminosas o FR foi igual ou inferior a 0,04. A população de *P. zae* no solo variou de 20,8 a 404,2, para estilosantes e milho, respectivamente. A população de nematoides observada após o cultivo das leguminosas também não diferiu estatisticamente entre si e, mais uma vez, verificou-se que estas espécies apresentaram efeito que influenciou a população na cultura subsequente, visto que nesta, o número de nematoides na cana-de-açúcar permaneceu inferior quando comparadas à testemunha.

Tabela 5: Número de espécimes de *Pratylenchus zae* (solo+raiz) em milho cultivado por 120 dias (Pi), leguminosas cultivadas por 120 dias (Pf) e em cana-de-açúcar cultivada por 120 dias após as leguminosas (Bioteste) em solo franco siltoso e fator de reprodução (FR).

| Tratamentos | Pi | Pf | FR ¹ | Bioteste |
|------------------------|------------------------|------------|-----------------|-----------|
| Milho | 25098,50 ^{ns} | 44771,90 a | 1,78 | 3956,00 a |
| <i>C. ensiformis</i> | 21145,40 | 596,30 b | 0,03 | 1825,90 b |
| <i>A. pinto</i> | 13296,30 | 566,40 b | 0,04 | 578,90 b |
| <i>S. Campo Grande</i> | 19961,00 | 168,80 b | 0,01 | 61,40 b |
| CV (%) | 22,80 | 13,72 | - | 12,52 |

^{ns}Não significativo a 5% de probabilidade. Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹FR= Pf/Pi (OOSTENBRINK, 1966).

Canavalia ensiformis foi eficiente em controlar a população de *P. zae*, com atividade pronunciada não apenas pelo reduzido FR, mas também pelo efeito na cultura subsequente, corroborando com os resultados anteriormente obtidos para a cultura do milho (ARIM et al.,

2006), no qual, além de reduzir a população de *P. zaeae*, o feijão-de-porco aumentou significativamente a produção de grãos tanto em casa de vegetação, como no campo. Silva et al. (2002b) avaliaram em casa de vegetação o efeito da suplementação do solo com sementes trituradas de feijão-de-porco sobre os índices de galhas e massas de ovos de *M. incognita* raça 1 em tomateiro e observaram que esses índices foram reduzidos em até 64% quando incorporados 10 g de sementes trituradas por quilo de solo. Santos et al. (2009) estudaram o efeito de plantas antagônicas, incluindo *C. ensiformis*, e resíduos orgânicos (esterco bovino e manipueira) no controle de *Meloidogyne* sp. na cultura do inhame (*Dioscorea cayennensis*) e observaram que a incorporação ao solo dos tratamentos promoveu a diminuição destes fitoparasitos. O efeito desta leguminosa sobre os nematoides das galhas também foi comprovado por Morris e Walker (2002).

O efeito do tratamento das leguminosas sobre a população de *P. zaeae* também foi observado no solo franco argiloso. Após 90 dias de cultivo, observou-se que para o milho o FR foi igual a 1,31, enquanto o FR nos tratamentos com as leguminosas foi igual ou inferior a 0,04 (Tabela 6). Na cana-de-açúcar cultivada após as leguminosas (bioteste), as médias foram inferiores àquela observada para cana após o milho, e não houve diferença estatística entre as mesmas. A população de *P. zaeae* no solo variou de 27,0 a 305,5, para amendoim e milho, respectivamente (dados não apresentados).

Tabela 6: Número de espécimes de *Pratylenchus zaeae* (solo+raiz) em milho cultivados por 120 dias (Pi), leguminosas cultivadas por 90 dias (Pf) e em cana-de-açúcar cultivada por 120 dias após as leguminosas (Bioteste) em solo franco argiloso e fator de reprodução (FR).

| Tratamentos | Pi | Pf | FR ¹ | Bioteste |
|----------------------|------------|------------|-----------------|-----------|
| Milho | 29692,90 a | 38798,80 a | 1,31 | 6561,00 a |
| <i>C. ensiformis</i> | 7230,80 b | 301,80 b | 0,04 | 59,80 b |
| <i>A. pintoii</i> | 14344,60 b | 27,00 b | 0,00 | 208,10 b |
| S. Campo Grande | 14689,60 b | 65,60 b | 0,00 | 25,50 b |
| CV (%) | 18,22 | 9,81 | - | 12,10 |

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.
¹FR= Pf/Pi (OOSTENBRINK, 1966).

Em estudo realizado por Al-Rehiayani e Hafez (1998), *C. ensiformis* se comportou como não hospedeira de *Pratylenchus neglectus*. Vale ressaltar, que além dos efeitos antagonistas apresentados sobre diversos nematoides, a *C. ensiformis* consiste em uma planta rústica, com eficiente desenvolvimento vegetativo e adaptada às condições de baixa fertilidade e elevadas temperaturas (PEREIRA et al., 1992), características que a tornam uma

opção interessante, devendo ser inserida em futuros estudos de campo, visando o controle de nematoides e a recuperação do solo nas reformas de canaviais.

Considerando ainda o solo franco argiloso, quando as plantas foram cultivadas por 120 dias (Tabela 7), observou-se e que o FR para o milho foi superior a um (FR=1,06), enquanto para os demais tratamentos o FR máximo observado foi igual a 0,01. A população de *P. zae* no solo manteve-se baixa, variando de 3,8 a 305,6, para amendoim e milho, respectivamente (dados não apresentados). O número médio de nematoides observado no solo+sistema radicular das leguminosas foi significativamente inferior ao milho e o efeito sobre a população foi evidenciada após 120 dias de cultivo de cana-de-açúcar.

Segundo Charchar e Vieira (1991), quando cenoura foi plantada 120 dias após a eliminação manual de plantas antagonistas, dentre elas *S. guyanensis*, houve declínio populacional de *M. incognita* raça 1. Gonzaga e Ferraz (1994) realizaram trabalho em casa de vegetação com leguminosas e observaram que *S. gracilis* foi eficiente no controle de *M. incognita* raça 3, não permitindo a multiplicação do nematoide e possibilitando ao tomateiro, plantado em seguida, desenvolver-se sob pequena ou na ausência de infestação. Charchar et al. (2008) observaram que o cultivo seguido de incorporação da biomassa de algumas leguminosas, incluindo *S. guyanensis* no solo controlou em 100% a infecção de *M. incognita* raça 1 na cenoura “Nantes”.

Tabela 7: Número de espécimes de *Pratylenchus zae* (solo+raiz) em milho cultivado por 120 dias (Pi), leguminosas cultivadas por 120 dias (Pf) e em cana-de-açúcar cultivada por 120 dias após as leguminosas (Bioteste) em solo franco argiloso e fator de reprodução (FR).

| Tratamentos | Pi | Pf | FR ¹ | Bioteste |
|------------------------|------------------------|------------|-----------------|-----------|
| Milho | 31192,90 ^{ns} | 32821,50 a | 1,06 | 2330,90 a |
| <i>C. ensiformis</i> | 35229,30 | 257,40 b | 0,01 | 178,90 b |
| <i>A. pintoi</i> | 29102,90 | 73,30 b | 0,00 | 10,60 b |
| <i>S. Campo Grande</i> | 48018,50 | 39,20 b | 0,00 | 467,30 b |
| CV (%) | 14,32 | 10,02 | - | 18,04 |

^{ns}Não significativo a 5% de probabilidade. Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹FR= Pf/Pi (OOSTENBRINK, 1966).

Para *H. dihystra* no solo franco siltoso (Tabelas 8 e 9), foi possível verificar que o cultivo de milho (padrão de suscetibilidade) e feijão-de-porco por 90 e 120 dias permitiu o aumento da população deste nematoide, com FR de 5,9 e 1,3 para o milho e 10,3 e 7,7 para o feijão-de-porco. Contudo, os FR para o amendoim forrageiro e estilosantes variaram entre 0,0 a 0,4. Comparando as médias obtidas para as diferentes leguminosas avaliadas, notou-se que

houve diferença estatística ($P=0,05$) somente para feijão-de-porco, a qual permitiu o aumento da população do nematoide. O efeito do amendoim forrageiro e estilosantes sobre o nematoide foi também comprovado quando se realizou o bioteste, visto que a população de *H. dihystra* permaneceu inferior na cana-de-açúcar cultivada após estas leguminosas.

Arachis pintoi também apresentou eficiência em reduzir a população de *H. dihystra*, sendo que anteriormente, esta espécie foi relatada como pobre hospedeiro de *H. multicinctus*, dentre outros nematoides da bananeira (DE WAELE et al., 2006). No entanto, a vantagem do uso desta leguminosa não está apenas no controle dos nematoides. Ela tem sido indicada como forrageira leguminosa que melhora a fertilidade do solo e auxilia no controle da erosão (HUMPHREYS e PARTRIDGE, 1995).

Tabela 8: Número de espécimes de *H. dihystra* (solo+raiz) em milho cultivado por 120 dias (Pi), leguminosas e milho cultivados por 90 (Pf) e em cana-de-açúcar cultivada por 120 dias após as leguminosas (Bioteste) em solo franco siltoso e fator de reprodução (FR).

| Tratamentos | Pi | Pf | FR ¹ | Bioteste |
|----------------------|----------------------|------------|-----------------|-----------|
| Milho | 189,10 ^{ns} | 1114,30 ab | 5,9 | 203,30 a |
| <i>C. ensiformis</i> | 198,90 | 2054,30 b | 10,3 | 1018,40 b |
| <i>A. pintoi</i> | 161,00 | 71,60 a | 0,4 | 15,40 a |
| S. Campo Grande | 250,10 | 110,70 a | 0,4 | 114,80 a |
| CV (%) | 8,18 | 17,22 | - | 26,14 |

^{ns}Não significativo a 5% de probabilidade. Dentro de cada período, as médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹FR= Pf/Pi (OOSTENBRINK, 1966).

Tabela 9: Número de espécimes de *H. dihystra* (solo+raiz) em milho cultivado por 120 dias (Pi), leguminosas e milho cultivados por 120 (Pf) e em cana-de-açúcar cultivada por 120 dias após as leguminosas (Bioteste) em solo franco siltoso e fator de reprodução (FR).

| Tratamentos | Pi | Pf | FR ¹ | Bioteste |
|----------------------|----------------------|-----------|-----------------|-----------|
| Milho | 528,40 ^{ns} | 701,80 ab | 1,3 | 84,50 a |
| <i>C. ensiformis</i> | 468,30 | 3599,80 b | 7,7 | 1751,10 b |
| <i>A. pintoi</i> | 485,40 | 7,40 a | 0,0 | 111,50 a |
| S. Campo Grande | 305,10 | 3,50 a | 0,0 | 125,40 a |
| CV (%) | 12,32 | 28,12 | - | 15,30 |

^{ns}Não significativo a 5% de probabilidade. Dentro de cada período, as médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹FR= Pf/Pi (OOSTENBRINK, 1966).

Cassimiro et al. (2007), avaliando o efeito de algumas plantas antagônicas sobre a população de nematoides prejudiciais a cultura do abacaxi, observaram que feijão-de-porco,

C. juncea, mucuna-preta e cravo-de-defunto foram eficientes no controle de *Rotylenchulus reniformis*. Demonstraram também que a incorporação dos adubos verdes testados, entre eles o feijão-de-porco, promoveu a redução das populações de *Criconemella* spp., *H. dihystra* e *R. reniformis* no solo.

O efeito do tratamento das leguminosas amendoim forrageiro e estilosantes sobre a população de *H. dihystra* também foi observado no solo franco argiloso. Após 90 e 120 dias de cultivo, observou-se que para o milho o FR foi igual a 1,5 e 1,1 respectivamente, já o feijão-de-porco propiciou FR aos 90 dias de 3,0 e aos 120 dias de 1,7 (Tabela 10 e 11). Por outro lado, os FR aos 90 e 120 dias para amendoim forrageiro e estilosantes foram iguais a 0,01 e 0,0 respectivamente. Na cana-de-açúcar cultivada após as leguminosas (bioteste), a média do tratamento com estilosantes foi inferior àquela observada para cana após o milho, enquanto os demais tratamentos não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 10 e 11).

Tabela 10: Número de espécimes de *H. dihystra* (solo+raiz) em milho cultivado por 120 dias (Pi), leguminosas e milho cultivados por 90 dias (Pf) e em cana-de-açúcar cultivada por 120 dias após as leguminosas (Bioteste) em solo franco argiloso e fator de reprodução (FR).

| Tratamentos | Pi | Pf | FR ¹ | Bioteste |
|------------------------|----------------------|-----------|-----------------|-----------|
| Milho | 597,50 ^{ns} | 877,10 ab | 1,5 | 192,50 ab |
| <i>C. ensiformis</i> | 340,80 | 1028,80 b | 3,0 | 391,40 b |
| <i>A. pintoi</i> | 366,10 | 36,50 a | 0,1 | 127,10 ab |
| <i>S. Campo Grande</i> | 344,80 | 38,80 a | 0,1 | 84,80 a |
| CV (%) | 13,10 | 20,22 | - | 17,14 |

^{ns}Não significativo a 5% de probabilidade. Dentro de cada período, as médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹FR= Pf/Pi (OOSTENBRINK, 1966).

Tabela 11: Número de espécimes de *H. dihystra* (solo+raiz) em milho cultivado por 120 dias (Pi), leguminosas e milho cultivados por 120 dias (Pf) e em cana-de-açúcar cultivada por 120 dias após as leguminosas (Bioteste) em solo franco argiloso e fator de reprodução (FR).

| Tratamentos | Pi | Pf | FR ¹ | Bioteste |
|------------------------|----------------------|-----------|-----------------|-----------|
| Milho | 717,60 ^{ns} | 764,30 ab | 1,1 | 547,40 ab |
| <i>C. ensiformis</i> | 549,50 | 956,40 b | 1,7 | 735,40 b |
| <i>A. pintoi</i> | 279,60 | 7,60 a | 0,0 | 229,60 ab |
| <i>S. Campo Grande</i> | 436,30 | 17,50 a | 0,0 | 30,80 a |
| CV (%) | 16,56 | 14,16 | - | 19,22 |

^{ns}Não significativo a 5% de probabilidade. Dentro de cada período, as médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹FR= Pf/Pi (OOSTENBRINK, 1966).

Contudo, apesar destes pontos positivos, observou-se aumento significativo na população de *H. dihystera*, quando *C. ensiformis* foi cultivada por 90 ou 120 dias, com FR superior ao observado para a testemunha, independente do tipo de solo. Quando a cana foi cultivada após esta leguminosa, a população permaneceu elevada, sendo estatisticamente superior à testemunha no solo franco siltoso. Em outro trabalho, o feijão de porco foi citado como eficiente no controle de *H. dihystera* (MORAES et al., 2006).

As diferenças observadas entre os experimentos podem ser devidas à incorporação da parte aérea da leguminosa ocorrida nesse último. Apesar de *H. dihystera* ser considerado um nematoide de importância secundária para a cana, trata-se de um semiendoparasita capaz de infectar o córtex, causando distorção e colapso das células (BRATHWAITE, 1980). Estes resultados mostram que, na escolha de determinada planta para compor o programa de rotação de culturas, é importante levar em consideração as espécies de nematoides presentes na área.

O estilosantes apresentou resultados promissores para o manejo de *P. zae* e *H. dihystera* em cana-de-açúcar. Além disto, diversos estudos têm sido realizados com o objetivo de avaliar o efeito desta leguminosa sobre *Meloidogyne* spp. Neste contexto, um dos trabalhos pioneiros no Brasil foi realizado por Sharma (1984), em casa de vegetação, avaliando o efeito de *S. guianensis*, *S. macrocephala* e *S. capitata* sobre *M. javanica*. Nesse, o pesquisador observou que não houve o aparecimento de galhas e massa de ovos do nematoide nas raízes destas plantas e que as três espécies reduziram em até 98,4% a população do parasito, concluindo assim que as três espécies estudadas comportaram-se como imunes ao mesmo.

Quando se avaliou o tempo de cultivo das leguminosas sobre *P. zae* e *H. dihystera*, não se observou significância. Apesar da necessidade de estudos futuros de campo, este resultado torna-se importante no momento da indicação do tempo de cultivo das plantas durante a reforma do canavial, visto que o produtor pode reduzir o tempo de rotação.

Baseado nos resultados apresentados conclui-se que *C. ensiformis*, *Stylosanthes* Campo Grande e *A. pintoii* promoveram a redução na população de *P. zae*, após 90 e 120 dias de cultivo, em solo franco argiloso e franco siltoso, com efeito prolongado na cultura subsequente, sendo opções para o controle deste nematoide. Por outro lado, *C. ensiformis* possibilitou a reprodução de *H. dihystera*, necessitando assim de estudos adicionais a respeito da patogenicidade do nematoide ao feijão de porco.

5 CONCLUSÃO

As três leguminosas, *A. pintoi*, *C. ensiformis* e *S. Campo Grande*, avaliadas mostraram-se eficientes em reduzir a população de *P. zea*, independente do tipo de solo ou período de cultivo.

Arachis pintoi e *Stylosanthes Campo Grande* reduziram a população de *H. dihystra*.

Canavalia ensiformis possibilitou o aumento na população de *H. dihystra*.

REFERÊNCIAS

- AGUILLERA, M. M.; VIEIRA, M. A. S.; MASUDA, Y. Aplicação de resíduos orgânicos para aumento da produtividade da cana-de-açúcar em solos infestados por nematóides. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.12, p. 3-4, 1988.
- ALBUQUERQUE, P. H. S.; PEDROSA, E. M. R.; MOURA, R. M. Relações nematóides hospedeiro em solo infestado por *Meloidogyne* spp. e tratado com torta de filtro e vinhaça. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 26, n. 1, p. 27-34, 2002.
- ALONSO, O.; ALBUQUERQUE, F. C.; GERALDI, F. L.; PAGGIARO, C. M. Efeitos do nematicida Carbofuran em cana planta e duas soqueiras subseqüentes. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 11, p. 115-124, 1987.
- AL-REHIAYANI, S.; HAFEZ, S. Host status and green manure effect of selected crops on *Meloidogyne chitwoodi* race 2 and *Pratylenchus neglectus*. **Nematropica**, v. 28, p. 213-230, 1998.
- ANWAR, S. A.; MCKENRY, M. V.; YANG, K. Y.; ANDERSON, A. J. Induction of tolerance to root-knot nematode by oxycom. **Journal of Nematology**, v.35, p.306-313, 2003.
- ARAYA, M.; CASWELL-CHEN, E. P. Penetration of *Crotalaria juncea*, *Sesamum indicum*, and *Dolichos lablab* roots by *Meloidogyne javanica*. **Journal of Nematology**, Sta Paul, v. 26, p. 238-40, 1994.
- ARAYA, M.; CHEVES, A. Poblaciones de los nematodos parasitos del banano (*Musa AAA*), em plantaciones asociadas com coberturas de *Arachis pintoi* y *Geophilla macropoda*. **Agronomía Costarricense**, 21 (2), p. 217-220, 1997.
- ARIM, O. J.; WACEKE, J. W.; WAUDO, S. W.; KIMENJU, J. W. Effects of *Canavalia ensiformis* and *Mucuna pruriens* intercrops on *Pratylenchus zae* damage and yield of maize in subsistence agriculture. **Plant and Soil**, 284:243-251, 2006.
- ASSUNÇÃO, A.; SANTOS, L. C.; ROCHA, M. R.; REIS, A. J. S.; TEIXEIRA, R. A.; LIMA, F. S. O. Efeito de indutores de resistência sobre *Meloidogyne incognita* em cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.). **Nematologia Brasileira**, v.34(1), p.56-72, 2010.
- BARROS, A. C. B.; MOURA, R. M.; PEDROSA, E. M. R. Aplicação de Terbufos no controle de *Meloidogyne incognita* raça 1 e *Pratylenchus zae* em cinco variedades de cana-de-açúcar no Nordeste. Parte 1 – Efeitos na Cana Planta. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 24, n. 1, p.73-78, 2000.
- BARROS, A. L. M. Emprego e mecanização na colheita da cana-de-açúcar: diferenças regionais. In: Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, SOBER, 2004, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá, p. 19, 2004. CD-ROM.

BRATHWAITE, C. W. D. Plant parasitic nematodes associated with sugarcane in Trinidad. **FAO Plant Protection Bulletin**, 28:133-136, 1980.

BRIEGER, F. A. **Recomendações para o plantio da cana-de-açúcar**. São Paulo, Cooperativa Oeste do Estado de São Paulo, 1962. (Boletim n.10).

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.

CÁCERES, N. T.; ALCARDE, J. C.; Adubação verde com leguminosas em rotação com cana-de-açúcar. *Revista STAB*, v.13, n.5, p. 16-20. 1995.

CADET, P.; SPAULL, V. W. Nematode parasites of sugarcane. In: LUC, M.; SIKORA, R. A.; BRIDGE, J. E. **Plant Parasitic Nematodes in Subtropical na Tropical Agricultura**, CAB International, Wallingford, UK (in press), p. 645-674, 2005.

CARVALHO C.; FERNANDES, C. D.; SANTOS, J. M.; VERZIGNASSI, J. R. V.; QUETEZ, F.; CHERMOUTH, K.; ARAUJO, V. P. C.; BATISTA, M. V. Ocorrência e hospedabilidade de fitonematoides em espécies de *Brachiaria* spp. e *Stylosanthes* spp. In: XLIII Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 2010a, Cuiabá. **Tropical Plant Pathology**. Brasília, Sociedade Brasileira de Fitopatologia, v. 35S, p. 275, 2010a.

CARVALHO C.; FERNANDES, C. D.; SANTOS, J. M.; ZIMMER, A. H.; VERZIGNASSI, J. R. V.; QUETEZ, F.; CHERMOUTH, K. S.; WOSNIAK, H. N.; ARAUJO, V. C. P.; BATISTA, M. V. Avaliação populacional de *Pratylenchus brachyurus* em cultura de milho consorciado com leguminosas forrageiras. In: XLIII Congresso Brasileiro de Fitopatologia, Cuiabá. **Tropical Plant Pathology**. Brasília, Sociedade Brasileira de Fitopatologia, v. 35S, p. 275-275, 2010b.

CARVALHO, E. P. Demanda externa de etanol. In: SEMINÁRIO ÁLCOOL POTENCIAL DE DIVISAS E EMPREGO, 2003, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: BNDES, 2003. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/seminario/alcool4.pdf>. Acesso em 3 mar. 2011.

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 (1), p. 43-50, 2007.

CESNIK, R.; MIOCQUE, J. **Melhoramento da cana-de-açúcar**. Brasília, Embrapa. Informação tecnológica, p. 31-47, 2004.

CHARCHAR, J. M.; VIEIRA, J. V. Controle de *Meloidogyne incognita* raça 1 em cenoura cv. Nantes através de rotação com plantas antagônicas. **Fitopatologia Brasileira**, v. 16(3), p. 196-199, 1991.

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 (2), p. 139-146, 2008.

CHAVES, A.; PEDROSA, E. M. R.; MELO, L. J. O. Efeito de carbofuran, torta de filtro e variedades sobre a densidade populacional de fitonematóides em áreas com mau desenvolvimento da cana-de-açúcar. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 28, p. 101-103, 2004.

CHAVES, A.; PEDROSA, E. M. R.; MELO, L. J. O. T. Efeito do carbofuran, torta de filtro e variedades sobre a densidade populacional de fitonematóides em áreas com mau desenvolvimento da cana-de-açúcar. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v.26 (2), p.167-176, 2002a.

CHAVES, A.; PEDROSA, E. M. R.; MOURA, R. M. Efeitos da aplicação de terbufos sobre a densidade populacional de fitonematóides endoparasitos em cinco variedades de cana-de-açúcar no Nordeste. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 2, p. 167-176, 2002b.

COLETI, J. T.;BITTENCOURT, V. C.; GIACOMINI, G. M. Torta de filtro em combinação com diferentes formas de fósforo, com vista à substituição da torta de mamona e de fosfatos solúveis em água, na fertilização da cana planta. **Brasil açucareiro**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 6, p.16-27, 1980.

CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). **Acompanhamento da safra brasileira: cana-de-açúcar, segundo levantamento, agosto / Companhia Nacional de Abastecimento**. Brasília, DF, 2010.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira: cana-de-açúcar, terceiro levantamento, janeiro/2011**. Brasília, DF, 2011.

COOLEN, W. A.; D’HERDE, C. J. A method for the quantitative extration of nematodes from plant tissue. **State Agriculture Research Center – GHENT**, Belgium. P.77, 1972.

CRUZ, M. M.; SILVA, S. M. S.; RIBEIRO, A. G. Levantamento populacional de nematóides em cana-de-açúcar em áreas de baixa produtividade nos Estados de Alagoas e Sergipe. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.10, p.27-28. 1986.

DE WAELE, D.; STOFFELEN, R.; KESTEMONT, J. Effect of associated plant species on banana nematodes. **Infomusa The International Journal of Banana and Plantain**, 15:2-6, 2006.

DIAS-ARIEIRA, C. R.; SANTANA, S. M.; ARIEIRA, J. O.; RIBEIRO, R. C. F.; VOLK, L. B. S. Efeito do carbofurano na população de nematoides e no rendimento da cana-de-açúcar em solos arenosos do Paraná. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 34(2), p. 118-122, 2010.

DIAS, C. R.; EZEQUIEL, D. P.; SCHWAN, A. V.; FERRAZ, S. Efeito da adubação a base de esterco de galinha poedeira sobre a população de *Meloidogyne incognita* no solo. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 1, p. 59-63, 2000.

- DIAS, W. P.; FERRAZ, S.; LIMA, R. D. Efeito de algumas espécies vegetais sobre a população de *Heterodera glycines* Ichinohe, em casa de vegetação. **Fitopatologia Brasileira**, v. 20, p. 370. 1995 (Resumos).
- DINARDO-MIRANDA, L. L. Hospedabilidade de oito variedades de cana-de-açúcar a *Pratylenchus brachyurus* e *P. zaei*. **Nematologia Brasileira**, v.18, p.64-72, 1994
- DINARDO-MIRANDA, L. L. Efeito de Carbofurano sobre a cana-de-açúcar infestada ou não por nematóides. **Summa Phytopathologica**, 27 (4), p. 436-438, 2001.
- DINARDO-MIRANDA, L. L. Manejo de nematoides em cana-de-açúcar. **Tecnologia Agrícola: Jornal Cana**, Piracicaba, p.64-69, 2005.
- DINARDO-MIRANDA, L. L. Nematóides. In: DINARDO-MIRANDA, L.L., A.C.M. VASCONCELOS & M.G.A. LANDELL (ed). **Cana-de-açúcar**. Instituto Agrônomo, Campinas. p. 405-422, 2008.
- DINARDO-MIRANDA, L. L. Caderno Técnico: Nematóides. **Cultivar Grandes Culturas**, n° 143, 2011.
- DINARDO-MIRANDA, L. L.; FERREIRA, J. M. G.; CARVALHO, P. A. M. Influência da época de colheita e do genótipo de cana-de-açúcar sobre a infestação de *Mahanarva fimbriolata* (Stal) (Hemiptera: Cercopidae). **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 1, p. 145-149, 2001.
- DINARDO-MIRANDA, L. L.; FRACASSO, J.V. Efeito da torta de mamona sobre populações de nematoides fitoparasitos e a produtividade da cana-de-açúcar. **Nematologia Brasileira**, v. 34(1), p. 68-71, 2010.
- DINARDO-MIRANDA, L. L.; FRACASSO, J. V.; COSTA, V. P. Influência da época de aplicação de nematicidas em soqueiras colhidas em início de safra sobre as populações de nematoides e a produtividade da cana-de-açúcar. **Nematologia Brasileira**, v. 34(2), p. 106-117, 2010.
- DINARDO-MIRANDA, L. L.; GARCIA, V. Efeito da época de aplicação de nematicidas em soqueiras de cana-de-açúcar. **Nematologia Brasileira**, v. 26 (1), p. 177-180, 2002.
- DINARDO-MIRANDA, L. L.; GARCIA, V.; MENEGUETTI, C. C. Controle químico de nematoide em soqueiras de cana-de-açúcar. **Nematologia Brasileira**, v. 24(1), p. 55-58, 2000.
- DINARDO-MIRANDA, L. L.; GARCIA, V.; PARAZZI, V. Efeito de inseticidas no controle de *Mahanarva fimbriolata* (Stal) (Hemiptera: Cercopidae) e de nematóides fitoparasitos, na qualidade tecnológica e na produtividade da cana-de-açúcar. **Neotropical Entomology**, v. 31, n. 4, p. 609-614, 2002.
- DINARDO-MIRANDA, L. L.; GIL, M. A.; MENEGATTI, C. C. Danos causados por nematóides a variedades de cana-de-açúcar em cana planta. **Nematologia Brasileira**, v. 27, n. 1, p. 69-73, 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 por *Pratylenchus zaeae*. **Nematologia Brasileira**, v. 28, n. 1, p. 23-26, 2004.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; GIL, M. A. Efeito da rotação com *Crotalaria juncea* na produtividade da cana-de-açúcar, tratada ou não com nematicidas no plantio. **Nematologia Brasileira**, Campinas, v. 29(1), p. 63-66, 2005.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; MENEGATTI, C. C.; GARCIA, V.; SILVA, S. F.; ODORISI, M. Reação de variedades de cana-de-açúcar a *Pratylenchus zaeae*. **STAB, Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v. 17(2), p.39-41, 1998.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; MORELLI, J. L.; LANDELL, M. G. A.; SILVA, M. A. Comportamento de genótipos de cana-de-açúcar em relação a *Pratylenchus zaeae*. **Nematologia Brasileira**, v. 20(2), p. 52-58, 1996.

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**, v. 19, p. 60-66, 1995.

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**, v.67(1), p.179-190, 2008.

DUTRA, M. R.; CAMPOS, V. P. Manejo do solo e da irrigação como nova tática de controle de *Meloidogyne incognita* em feijoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 28, n.6, p. 608-614, 2003.

DUTRA, M. R.; CAMPOS, V. P. Efeito do preparo do solo na população dos nematoides das galhas (*Meloidogyne* spp.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 21, 1998. Maringá. **Resumos...** Brasília, Sociedade Brasileira de Nematologia, p.45, 1998.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema de Gestão Territorial da ABAG/RP. 2007.** Disponível em: <<http://www.abagrp.cnpem.embrapa.br/areas/agricultura.htm>>. Acesso em 11 mar. 2011.

FERRAZ, F. M. et al. Potencial da cana-de-açúcar. **Agrianual, 2007: Anuário da agricultura brasileira**, São Paulo; p. 23-28, 2007.

FERRAZ, L. C. C. B. Métodos alternativos de controle de fitonematóides. **Informe Agropecuário**, v. 16, n. 172, p. 23-26, 1992.

FERRAZ, L. C. C. B. Gênero *Pratylenchus* – os nematoides das lesões radiculares. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 7, p. 157-195, 1999.

FERRAZ, S.; FREITAS, L. G.; LOPES, E. A.; DIAS-ARIEIRA, C. R. **Manejo sustentável de fitonematóides**. Viçosa, MG: UFV, 2010. 304p.

FERRAZ, S.; FREITAS, L. G. de. **O controle de fitonematóides por plantas antagonistas e produtos naturais.** Universidade Federal de Viçosa, 2004. Disponível em: <http://www.ufv.br/dfp/lab/nematologia/antagonistas.pdf>. Acesso em jan. 2011.

FORMENTINI, E. A.; LÓSS, F. R.; BAYERL, M. P.; LOVATI, R. D.; BAPTISTI, E. **Cartilha sobre adubação verde e compostagem.** Vitória, 27p., 2008.

GLÓRIA, N. A.; JACINTHO, A. O.; GROSSI, J. M. M.; SANTOS, R. F. Composição mineral de tortas de filtro rotativo. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v.84(3), p. 37-44, 1974.

GONZAGA, V.; FERRAZ, S. Seleção de plantas antagonistas a *Meloidogyne incognita* raça 3 e *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**, v. 18, p. 57-63, 1994.

GUIMARÃES, L. M. P.; PEDROSA, E. M. R.; COELHO, R. S. B.; CHAVES, A.; MARANHÃO, S. R. V. L.; MIRANDA, T. L. Efeito de metil jasmonato e silicato de potássio no parasitismo de *Meloidogyne incognita* e *Pratylenchus zae* em cana-de-açúcar. **Nematologia Brasileira**, 32 (1), p. 50-55, 2008.

GUNDLACH, H.; MULLER, T. M.; KUTCHAN, T. M.; ZENK, M. H. Jasmonic acid in a signal transducer in elicitor induced plant cell cultures. **Journal Plant Biology**, Proc. Natl. Acad. Sci. USA, v. 89, p. 2389-2393, 1992.

HALBRENT, J. M.; JAMES, A. L. M. Crop rotation and other cultural practices. In: CHEN, Z. X.; CHEN, S. Y.; DICKSON, D. W. (Eds.). **Nematology advances and perspectives – nematode management and utilization**, 1.ed, Beijing, CABI publishing, v. 2, p. 909-930, 2003.

HERRERA, I. C. S.; MARBÁN-MENDOZA, N. Efecto de coberturas vivas de leguminosas en el control de algunos fitonematodos del café em Nicaragua. **Nemtropica**, v. 29 (2), p. 223-232, 1999.

HUMPHREYS, L. R.; PARTRIDGE, I. J. A guide to better pastures for the tropics and subtropics. **NSW Agriculture**, New South Wales, Astralia, 1995.

JACKSON, A. O.; TAYLOR, C. B. Plant-microbe interactions: life and death at the interface. **The Plant Cell**, 8 (10), p. 1651-1668, 1996.

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

KAPLAN, M; NOE, J. P.; HARTEL, P. G. The role of microbes associated wick chicken litter in suppression of *Meloidogyne arenaria*. **Journal of Nematology**, Gainesville, v. 24, n. 1, p. 522-527, 1992.

LORDELLO, L. G. E. **Nematóides das plantas cultivadas.** 6. ed. São Paulo: Nobel, 314p., 1981.

LORDELLO, R. R. A.; LORDELLO, A. I. L.; SAWAZAKI, E. Flutuação e controle de *Pratylenchus* spp. em milho. **Summa Phytopathologica**, Piracicaba, v. 18, p. 146-152, 1992.

LUDOVICE, M. T. **Estudo do efeito poluente da vinhaça infiltrada em canal condutor de terra sobre o lençol freático**. FEC-UNICAMP, Campinas, Dissertação de Mestrado, 1996.

MARBÁN-MENDOZA, N.; DICKLOW, M. B. N.; ZUCKERMAN, B. M. Control of *Meloidogyne incognita* on tomato by two leguminous plants. **Fundamental and Applied Nematology**, v. 15, p. 97-100, 1992.

MATSUOKA, S.; GARCIA, A. A. F.; ARIZONO, H. Melhoramento da cana-de-açúcar. In: BORÉM, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa, Editora UFV, p. 225-274, 2005.

MAULE, R. F.; MAZZA, J. A.; MARTHA J. R., G B. Produtividade Agrícola de cultivares de cana-de-açúcar em diferentes solos e épocas de colheita. **Scientia Agricola**, v.58, n.2, p.295-301, 2001.

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

MORIS, J. B.; WALKER, J. T. Non-Traditional legumes as potential soil amendments for nematode control. **Journal of Nematology**, v. 34(4), p. 358-361, 2002.

MOURA, R. M. Dois anos de rotação de cultura em campos de cana-de-açúcar para controle da meloidinose. **Nematologia Brasileira**, v. 15, n. 1, p. 1-7, 1991.

MOURA, R. M. Controle integrado dos nematóides da cana-de-açúcar no Nordeste do Brasil. **Anais**, 22º Congresso Brasileiro de Nematologia, Uberlândia, MG, p. 88-94, 2000.

MOURA, R. M. Controle integrado dos nematóides da cana-de-açúcar no Nordeste, Brasil. Congresso Brasileiro de Nematologia, XXV, Piracicaba. Anais, p. 49-55, 2005.

MOURA, R. M.; GUIMARÃES, L. M. P.; MARANHÃO, S. R. V. L.; PEDROSA, E. M. R. Pratilencose atípica assinalada no estado do Rio Grande do Norte. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29(6), p. 692, 2004.

MOURA, R. M.; MACEDO, M. E. A. Efeito da aplicação de Carbofuran em populações de nematoides ecto e endoparasitas da cana-de-açúcar e no desenvolvimento da cana planta. In: **Congresso Brasileiro de Nematologia**, Gramado, v.29, p.73, 1997 (Resumos).

MOURA, R. M.; MACEDO, M. E. A. Efeitos de aplicações similares de nematicidas sistêmicos, em cana-de-açúcar, variedade SP 70 1011, em dois diferentes ambientes do Nordeste, Brasil. Observações na cana planta. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, 2: 191-203, 2005.

MOURA, R. M.; MOURA, A. M.; MACEDO, M. E. A.; SILVA, E. G. Influência de três diferentes combinações de culturas sobre populações de nematóides associados à cana-de-açúcar. **Nematologia Brasileira**, v. 21, n. 2, p. 75-83, 1997.

MOURA, R. M.; OLIVEIRA, I. S. Controle populacional de *Pratylenchus zae* em cana-de-açúcar em dois ambientes edáficos no nordeste do Brasil. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 33(1), p. 67-73, 2009.

MOURA, R. M.; PEDROSA, E. M. R.; MARANHÃO, S. R. V. L.; MOURA, A. M.; MACEDO, M. E. A.; SILVA, E. G. Nematóides associados à cana-de-açúcar no Estado de Pernambuco, Brasil. **Nematologia Brasileira** 23:92-99. 1999.

MOURA, R. M.; PEDROSA, E. M. R.; MARANHÃO, S. R. V. L.; MACEDO, M. E. A.; MOURA, A. M.; SILVA, E. G.; LIMA, R. F. Ocorrência dos nematóides *Pratylenchus zae* e *Meloidogyne* spp. em cana-de-açúcar no Nordeste do Brasil. **Fitopatologia Brasileira** 25:101-103. 2000.

MOURA, R. M.; RÉGIS, E. M. O.; MOURA, A. M. Espécies e raças de *Meloidogyne* assinaladas em cana-de-açúcar no Estado de Rio Grande do Norte, Brasil. **Nematologia Brasileira**, v.14, p. 33-38, 1990.

MOZAMBANI, A. E.; PINTO, A. S.; SEGATO, S. V.; MATTIUZ, C. F. M. História e Morfologia da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S. V.; PINTO, A. S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J. C. M. (Org.). **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP 2, cap. 1, p. 11-18, 2006.

NOVARETTI, W. R. T.; CARDERÁN, J. O.; CARPANEZI, A.; RODRIGUES, J. C. S. Comportamento de três variedades de cana-de-açúcar em relação ao nematóide das lesões das raízes *Pratylenchus zae* GRAHAM, 1951. **Nematologia Brasileira**, v. 12, p. 110-120, 1988.

NOVARETTI, W. R. T.; CARDERAN, J. O.; STRABELLI, J.; AMORIM, E. Efeitos da utilização de composto, associado ou não a nematicida e adubos minerais, no controle de fitonematóides e na produtividade de cana-de-açúcar. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 13, p. 93-107, 1989.

NOVARETTI, W. R. T.; CARDERÁN, J. O.; TOTINO, L. C. Efeito fitotóxico do EDB em cana-de-açúcar. **Nematologia Brasileira**, v. 9, p. 153-160, 1985.

NOVARETTI, W. R. T.; LORDELLO, L. G. E.; NELLI, E. J.; CARDERÁN, J. O. Viabilidade econômica do nematicida Carbofuran na cultura da cana-de-açúcar – cana de segundo corte. **Sociedade Brasileira de Nematologia**, Mossoró, v.4, p.179-197, 1980.

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**, v. 22, n. 1, p. 60-74, 1998.

NOVARETTI, W. R. T.; MORELLI, J. L.; CARDERÁN, J. O.; NELLI, E. J. Controle de nematóides em cana-de-açúcar em diferentes espaçamentos de plantio. **Nematologia Brasileira**, v. 14, p. 79-87, 1990.

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** v. 8, p. 218-231, 1984.

NOVARETTI, W. R. T.; NELLI, E. J. Use of nematicide and filtercake for control of nematodes attacking sugarcane in São Paulo State. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 9, p.175-184, 1985.

NOVARETTI, W. R. T.; NELLI, E. J.; CARDERÁN, J. O. Testes de novos nematicidas em cana-de-açúcar. **Nematologia Brasileira**, v. 9, p. 123-133, 1995.

NOVARETTI, W. R. T.; NUNES, J. R. D.; NELLI, E. J. Comportamento de clones e variedades comerciais em relação ao nematoide *Meloidogyne javanica*. **Reunião Brasileira de Nematologia**, Londrina, n. 5, p. 27, 1981.

NOVARETTI, W. R. T.; ROCCIA, A. O.; LORDELLO, L. G. E.; MONTEIRO, A. R. Contribuição ao estudo dos nematóides que parasitam a cana-de-açúcar em São Paulo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE NEMATOLOGIA, 1., 1974, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, p. 27-32, 1974.

NOVARETTI, W. R. T.; TÉRAN, F. O. Controle de nematoides parasitos da cana-de-açúcar. In: REUNIÃO TÉCNICA AGRONÔMICA, **Anais**. Piracicaba, p. 16-24, 1983.

NOVARETTI, W. R. T.; WENIG FILHO, G. Controle químico de nematóides em cana-de-açúcar. **Sociedade Brasileira de Nematologia**, n. 2, p. 153-156, 1977.

OLIVEIRA, F. S.; ROCHA, M. R.; TEIXEIRA, R. A.; FALEIRO, V. O.; SOARES, A. B. Efeito de sistemas de cultivo no manejo de populações de *Pratylenchus* spp. na cultura da cana-de-açúcar. **Nematologia Brasileira**, vol. 32(2), p.117-125, 2008.

OOSTENBRINK, R. Major characteristics of the relation between nematodes and plants. **Mededeelingen der Landbouw-Hoogeschool**, v.66, p.1-46, 1966.

ORLANDO FILHO, J.; LEME, E. J. de A. Utilização agrícola dos resíduos da agroindústria canavieira. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 1., 1984. Brasília: **Anais...** Brasília, p. 451-475, 1984.

PAULA JÚNIOR, T. J.; MORANDI, M. A. B.; ZAMBOLIM, L.; SILVA, M. B.. Controle Alternativo de Doenças de Plantas – Histórico. In: VENEZON, M; PAULA JÚNIOR, T. J. de; PALLINI, A. (Eds.) **Controle alternativo de pragas e doenças**. Viçosa: EPAMIG/CTZM, p. 135-162, 2005.

PEASE, W. S., ALBRIGHT, D., DEROOS, C., GOTTSMAN, L., KYLE, A. D., MORELLOFROSC, R.; ROBINSON, J. C. **Pesticide contamination of groundwater in California**. Berkeley: University of California, 145 p., 1995.

PIETERSE, C. M. J.; VAN PELT, J. A.; VAN WESS, S. C. M.; TOM, J.; VERBRAGEN, B. W. M.; LÉON-KLOOSTERZIEL, K.; HORE, R.; DE VOS, V.; POZO, M.; SPOEL, S.; VAN DER ENT, S.; KOORNNEEF, A.; CHALFUN-JÚNIOR, A.; RESENDE, M. L. V.; VAN LOON, L.C. Indução de resistência sistêmica por rizobactérias e comunicação na rota de

sinalização para uma defesa refinada. In: LUZ, WILLIAM CORIO; FERNANDES, J.M.C.; PRESTES, A.M.; PICCININI, E.C. (Eds.) **Revisão Anual de Patologia de Plantas**. Passo Fundo, v. 13, p. 277-295, 2005.

PEREIRA, J.; BURLE, M. L.; RESCK, D. V. S. Adubos verdes e sua utilização no cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO NO CERRADO, 1., 1992, Goiânia. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, p. 140-154, 1992.

PIACENTE, F. J. **Agroindústria canavieira e o sistema de gestão ambiental: O caso das usinas localizadas nas bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá**. 2005, 82 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Econômico, Espaço e Meio Ambiente) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

PREZOTTO, M. E. M.; GLÓRIA, N. A. Determinação das várias formas de fósforo em tortas de filtro rotativo. **Na. ESALQ**, Piracicaba, v.47(1), p.147-161, 1990.

PROCOPIO, S. O.; SILVA, A. A.; VARGAS, L. Manejo e controle de plantas daninhas em cana-de-açúcar. In: VARGAS, L.; ROMAN, E. S. (Eds.). **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, p. 394-452, 2004.

REGIS, E. M. O.; MOURA, R. M. Comportamento de cinco variedades de cana-de-açúcar em relação ao parasitismo de *Meloidogyne incognita* raça 1. **Nematologia Brasileira**, v. 13, p. 109-118, 1989.

RESENDE, I. C.; FERRAZ, S.; CONDE, A. R. Efeito de seis variedades de mucuna (*Stizolobium* spp.) sobre *Meloidogyne incognita* raça 3 e *M. javanica*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 12, p. 310-13, 1987.

RIBAS, R. G. T.; JUNQUEIRA, R. M.; OLIVEIRA, F. L.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L.; RIBEIRO, R. L. D. Adubação verde na forma de consórcio no cultivo do quiabeiro sob manejo orgânico. **Comunicado Técnico**, v.54, 2002.

RODRÍGUEZ-KÁBANA, R. Organic and inorganic nitrogen amendments to soil as nematode suppressants. **Journal of Nematology**, Gainesville, v. 18, n. 2, p.192-135, 1986.

ROSA, R. C. T.; MOURA, R. M.; PEDROSA, E. M. R.; CHAVES, A. Ocorrência de *Rotylenchulus reniformis* em cana-de-açúcar no Brasil. **Nematropica**, v. 27, n. 1, p. 93-95, 2003a.

ROSA, R. C. T.; MOURA, R. M. de; PEDROSA, E. M. R. Efeitos do uso de *Crotalaria juncea* e Carbofuran observados na colheita de cana planta. **Nematologia Brasileira**, Campinas, v. 27(2), p. 167-171, 2003b.

RYALS, J. A.; NEUENSCHWANDER, K. H.; WILLITS, M. G.; MOLINA, A.; STEINER, H.Y. Systemic acquired resistance. **The Plant Cell**, 8 (10): 1809-1819, 1996.

SALGADO, S. M. L.; RESENDE, M. L. V.; CAMPOS, V.P. Efeito de indutores de resistência sobre *Meloidogyne exigua* do cafeeiro. **Ciência Agrotécnica**, 31 (4): 1007-1013, 2007.

- SALGADO, S. M. L.; SILVA, L. H. C. P. Potencial da indução de resistência no controle de fitonematóides. In: **Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos**. Editores: CAVALCANTI, L. S.; DI PIERO, R. M.; PASCHOLATI, S. F.; RESENDE, M. L. V.; ROMEIRO, R. S. FEALQ: Piracicaba, p. 155-168, 2005.
- SANTANA, A. A. D.; 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**, v. 27, n. 1, p. 13-16, 2003.
- SANTIAGO, D. C.; HOMECHIN, M.; KRZYZANOWSKI, A. A.; CARVALHO, S. Efeito antagônico de *Arachis pintoi* sobre *Meloidogyne incognita* raça 2 em solo de mata e solo esterilizado. **Nematologia Brasileira**, v. 25 (1), p. 45-51, 2001.
- SANTOS, A. C. A. **Avaliação de genótipos de cana-de-açúcar para as condições edafoclimáticas de Aparecida do Taboado – MS**. Ilha Solteira, SP, 2008.
- SANTOS, E. S.; LACERDA, J. T.; CARVALHO, R. A.; CASSIMIRO, M. C. Produtividade e controle de nematoides do inhame com plantas antagônicas e resíduos orgânicos. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 3 (2), p. 7-13, 2009.
- SCARAMUCCI, J. A. Revolução no canavial. **Revista Pesquisa Fapesp**, v. 122, p. 2-6, 2006.
- SEGATO, S. V.; MATTIUZ, C. F. M.; MOZANBANI, A. E. Aspectos fenológicos da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S. V.; PINTO, A. S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J. C. M. (Org.) **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba, Livrocere, 2006.
- SEINHORST, J. W. Dynamics of populations of plant parasitic nematodes. **Annual Review of Phytopathology**, n. 8, p. 131-156, 1970.
- SEVERINO, J. J.; DIAS-ARIEIRA, C. R.; TESSMANN, D. J. Nematodes associated with sugarcane in Sandy soils in Paraná, Brazil. **Nematropica**, v. 40, p. 111-119, 2010.
- SHARMA, R. D. Species of *Stylosanthes* (leguminosae) immune to the root-knot nematode, *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**, v. VIII, p.141-148, 1984.
- SILVA, L. H. C. P.; CAMPOS, J. R.; CAMPOS, V. P.; DUTRA, M. R. Época de aplicação do acibenzolar-S-metil e da abamectina no controle de *Meloidogyne* sp. em tomateiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 27, p. 194, 2002a.
- SILVA, G. S.; FERRAZ, S.; SANTOS, J. M. Atração, penetração e desenvolvimento de larvas de *Meloidogyne javanica* em raízes de *Crotalaria* spp. **Nematologia Brasileira**, v. 13, p. 151-163, 1989.
- SILVA, G. S.; FERRAZ, S.; SANTOS, J. M. Histopatologia de raízes de *Crotalaria* parasitadas por *Meloidogyne javanica*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 15, p. 46-48, 1990.
- SILVA, G. S.; SOUZA, I. M. R.; CUTRIM, F. A. Efeito da incorporação de sementes trituradas de feijão de porco ao solo sobre o parasitismo de *Meloidogyne incognita* em tomateiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 27, p. 412-413, 2002b.

SOARES, R. M.; MARINGONI, A. C.; LIMA, G. P. P. Ineficiência de acibenzolar-S-methyl na indução de resistência de feijoeiro comum à murcha-de-Curtobacterium. **Fitopatologia Brasileira**, v.29, n.4, p.373-377, 2004.

SOUZA, C. M.; PIRES, F. R. **Adubação verde e rotação de culturas**. Viçosa, MG: Editora UFV, 72 p. (Cadernos Didáticos, 96), 2007.

TERRY, L. A.; JOYCE, D. C. Elicitors of induced disease resistance in postharvest horticultural crops: a brief review. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 32, p. 1-13, 2004.

TON, J.; VAN PELT, J. A.; VAN LOON, L. C.; PIETERSE, C. M. J. Differential effectiveness of salicylate-dependent and jasmonate/ethylene-dependent induced resistance in *Arabidopsis*. **Molecular Plant-microbe Interactions**, 15 (1): 27-34, 2002.

VRAIN, T. C. Engineering natural and synthetic resistance for nematode management. **Journal of Nematology**, Gainsville, v. 31, p. 424-436, 1999.

WANG, K. H.; SIPES, B.S.; SCHMITT, D.P. *Crotalaria* as a cover crop for nematode management. **Nematropica**, 32 (2): 35-57, 2002.

WINCHESTER, J. A. Sugar-Cane Nematode Control. In: PEACHERY, J.E. (ed). **Nematodes of Tropical Crops**. C.A.B. St. Albans, Hearts, U.K. 204-209. 1969.

Anexo 1 – Caracterização química de solo franco siltoso coletado ao final do experimento.

| AMOSTRAS | P | MO | Ph | H + Al | Al ³⁺ | K ⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | SB | CTC | V | Al |
|----------|---------------------|--------------------|---|---|------------------|----------------|------------------|------------------|------|------|-------|-------------|
| | mg dm ⁻³ | g dm ⁻³ | CaCl ₂ 0,01 mol L ⁻¹ | -----cmol _c dm ⁻³ ----- | | | | | | | | -----%----- |
| Trat. 1 | 13,65 | 10,25 | 4,99 | 3,03 | 0,20 | 0,19 | 0,97 | 0,33 | 1,49 | 4,52 | 32,96 | 11,83 |
| Trat. 2 | 8,54 | 9,57 | 4,11 | 3,18 | 0,10 | 0,23 | 1,07 | 0,45 | 1,75 | 4,93 | 35,50 | 5,41 |
| Trat. 3 | 11,10 | 30,76 | 5,57 | 2,71 | 0,00 | 0,27 | 1,57 | 0,58 | 2,42 | 5,13 | 47,17 | 0,00 |
| Trat. 4 | 8,95 | 10,25 | 5,12 | 3,81 | 0,05 | 0,33 | 1,45 | 0,70 | 2,48 | 6,29 | 39,43 | 1,98 |
| Trat. 5 | 9,36 | 11,62 | 5,35 | 2,67 | 0,00 | 0,18 | 1,05 | 0,41 | 1,64 | 4,31 | 38,05 | 0,00 |
| Trat. 6 | 10,40 | 9,57 | 5,12 | 3,05 | 0,10 | 0,14 | 0,85 | 0,33 | 1,32 | 4,37 | 30,21 | 7,04 |
| Trat. 7 | 12,80 | 32,13 | 4,58 | 3,57 | 0,25 | 0,15 | 1,00 | 0,37 | 1,52 | 5,09 | 29,86 | 14,12 |
| Trat. 8 | 11,58 | 13,67 | 5,03 | 3,36 | 0,05 | 0,22 | 1,37 | 0,66 | 2,25 | 5,61 | 40,11 | 2,17 |

Trat. 1 – Testemunha (milho) com permanência de 90 dias; Trat. 2 – *C. ensiformis* com permanência de 90 dias; Trat. 3 – *A. pintoi* com permanência de 90 dias; Trat. 4 – *Stylosanthes* Campo Grande com permanência de 90 dias; Trat. 5 – Testemunha (milho) com permanência de 120 dias; Trat. 6 – *C. ensiformis* com permanência de 120 dias; Trat. 7 – *A. pintoi* com permanência de 120 dias; Trat. 8 – *Stylosanthes* Campo Grande com permanência de 120 dias.

Anexo 2 – Caracterização química de solo franco argiloso coletado ao final do experimento.

| AMOSTRAS | P | MO | Ph | H + Al | Al ³⁺ | K ⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | SB | CTC | V | Al |
|----------|---------------------|--------------------|---|---|------------------|----------------|------------------|------------------|------|------|-------|-------------|
| | mg dm ⁻³ | g dm ⁻³ | CaCl ₂ 0,01 mol L ⁻¹ | -----cmol _c dm ⁻³ ----- | | | | | | | | -----%----- |
| Trat. 1 | 8,53 | 21,19 | 4,67 | 3,42 | 0,00 | 0,59 | 3,64 | 2,22 | 6,45 | 9,87 | 65,35 | 0,00 |
| Trat. 2 | 5,62 | 20,51 | 5,37 | 2,96 | 0,00 | 0,47 | 2,97 | 2,10 | 5,54 | 8,50 | 65,18 | 0,00 |
| Trat. 3 | 6,48 | 21,19 | 5,38 | 2,87 | 0,00 | 0,70 | 3,54 | 2,26 | 6,50 | 9,37 | 69,37 | 0,00 |
| Trat. 4 | 7,78 | 21,87 | 5,08 | 2,49 | 0,00 | 0,52 | 3,44 | 2,14 | 6,10 | 8,59 | 71,01 | 0,00 |
| Trat. 5 | 7,18 | 28,71 | 5,63 | 2,77 | 0,00 | 0,70 | 3,77 | 2,22 | 6,69 | 9,46 | 70,72 | 0,00 |
| Trat. 6 | 4,51 | 24,61 | 5,33 | 2,89 | 0,00 | 0,31 | 3,37 | 2,14 | 5,82 | 8,71 | 66,82 | 0,00 |
| Trat. 7 | 5,06 | 8,89 | 5,10 | 2,83 | 0,00 | 0,65 | 3,04 | 2,02 | 5,71 | 8,54 | 66,86 | 0,00 |
| Trat. 8 | 8,71 | 4,10 | 5,50 | 2,49 | 0,00 | 0,70 | 2,87 | 1,81 | 5,38 | 7,87 | 68,36 | 0,00 |

Trat. 1 – Testemunha (milho) com permanência de 90 dias; Trat. 2 – *C. ensiformis* com permanência de 90 dias; Trat. 3 – *A. pintoii* com permanência de 90 dias; Trat. 4 – *Stylosanthes* Campo Grande com permanência de 90 dias; Trat. 5 – Testemunha (milho) com permanência de 120 dias; Trat. 6 – *C. ensiformis* com permanência de 120 dias; Trat. 7 – *A. pintoii* com permanência de 120 dias; Trat. 8 – *Stylosanthes* Campo Grande com permanência de 120 dias.

