

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**CONTROLE QUÍMICO DE NEMATOIDES EM CANAVIAIS  
IMPLANTADOS COM TECNOLOGIA PLENE**

**Danilo Cestari Gonçalves de Souza**

Engenheiro Agrônomo

2013

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**CONTROLE QUÍMICO DE NEMATOIDES EM CANAVIAIS  
IMPLANTADOS COM TECNOLOGIA PLENE**

**Eng. Agr. Danilo Cestari Gonçalves de Souza**

Orientador: Prof. Dr. Pedro Luiz Martins Soares

Coorientador: Prof. Dr. Jaime Maia dos Santos

Coorientador: Dr. José Claudionir Carvalho

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Produção Vegetal)

2013

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

Danilo Cestari Gonçalves de Souza – Nascido em 25 de junho de 1982, em Jaboticabal – SP. Iniciou os estudos em agricultura no “Colégio Técnico Agrícola “José Bonifácio” Câmpus da UNESP Jaboticabal-SP, onde obteve a formação de Técnico em Agropecuária, no ano de 1999. Graduou-se em Engenharia Agrônômica pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Câmpus de Jaboticabal em fevereiro de 2007. Em outubro de 2012 concluiu especialização em Proteção de Cultivos pela Universidade de Santa Maria em Porto Alegre no Rio Grande do Sul. Atualmente ocupa o cargo de Coordenador de Pesquisa e Desenvolvimento de produtos soja da Syngenta Proteção de Cultivos. Atuou como pesquisador e a posteriori como Especialista na mesma empresa, liderando projetos para o desenvolvimento de produtos e novas tecnologias para o mercado de cana-de-açúcar. Foi responsável por trabalhos para o registro de produtos “chave” na cultura da cana-de-açúcar, geração de patentes e treinamento de profissionais da América Latina, iniciou o mestrado no ano de 2010 em Produção Vegetal pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho – Câmpus de Jaboticabal”, visando o desenvolvimento de trabalhos focados em controle químico e biológico de nematoides em cana-de-açúcar.

## EPÍGRAFE

Deus ajuntou todas as águas e deu nome de mar,  
e ajuntou todas as graças e deu nome de Maria  
**(São Luiz de Montfort)**

## **DEDICATÓRIA**

Dedico a Deus, que me proporcionou a oportunidade de realizar esse trabalho e a Maria por sempre ter passado em minha frente abrindo as portas e tirando as pedras do caminho.

## SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	ix
RESUMO .....	xiii
ABSTRACT .....	xiv
CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS .....	1
Referências Bibliográficas .....	8
CAPITULO 2 – CONTROLE QUÍMICO DE <i>Meloidogyne javanica</i> EM CANAVIAIS IMPLANTADOS COM TECNOLOGIA PLENE™.....	14
Resumo .....	14
Introdução .....	15
Material e Métodos .....	17
Resultados e Discussão .....	21
Conclusões .....	29
Referências Bibliográficas .....	29
CAPITULO 3 – CONTROLE QUIMICO DE <i>Pratylenchus zea</i> EM CANAVIAIS IMPLANTADOS COM TECNOLOGIA PLENE™.....	34
Resumo .....	34
Introdução .....	35
Material e Métodos .....	37
Resultados e Discussão .....	41
Conclusões .....	49
Referências Bibliográficas .....	49

## LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
CAPÍTULO 2 .....	14
1 Nome Comercial, nome comum, dosagem do ingrediente ativo (i.a.), dosagem do produto comercial (p.c.), dos produtos utilizados em tratamentos de experimento, para avaliação da eficácia agronômica do nematicida abamectina (Avicta 500 FS <sup>®</sup> ), em tratamento industrial de cana-de-açúcar sob tecnologia Plene <sup>™</sup> , para controle de <i>Meloidogyne javanica</i> em campo (São José do Rio Preto, 2012) .....	18
2 Nome Comercial, nome comum, dosagem do ingrediente ativo (i.a.), dosagem do produto comercial (p.c.), dos produtos utilizados em tratamentos de experimento, para avaliação da eficácia agronômica do nematicida abamectina (Avicta 500 FS <sup>®</sup> ), em tratamento industrial de cana-de-açúcar sob tecnologia Plene <sup>™</sup> , com complementação ou não de carbofurano (Furadan 350 SC <sup>®</sup> ), aplicado no sulco, sobre os toletes, para controle de <i>Meloidogyne javanica</i> em experimento de campo (São José do Rio Preto, 2012) .....	19
3 Perfilhamento aos 60 e 120 dias após o plantio, em tratamentos de experimento para avaliação da eficácia agronômica do nematicida abamectina (Avicta 500 FS <sup>®</sup> ), em tratamento industrial de cana-de-açúcar sob tecnologia Plene <sup>™</sup> , para controle de <i>Meloidogyne javanica</i> em campo (São José do Rio Preto, 2012).....	22
4 População inicial de <i>Meloidogyne javanica</i> , presentes no solo (zero dia após o plantio - DAP), nas raízes (60 e 90 DAP) em tratamentos de experimento para avaliação da eficácia agronômica do nematicida abamectina (Avicta 500 FS <sup>®</sup> ), em tratamento industrial de cana-de-açúcar sob tecnologia Plene <sup>™</sup> , para controle de <i>M. javanica</i> em campo (São José do Rio Preto, 2012).....	23

- 5 Produtividade em TCH (toneladas de cana-de-açúcar por hectare), Incremento de produtividade em relação ao tratamento testemunha (%) e açucares totais recuperáveis (ATR), aos 420 dias após o plantio, em tratamentos do experimento para avaliação da eficácia agrônômica do nematicida abamectina (Avicta 500 FS<sup>®</sup>), em tratamento industrial de cana-de-açúcar sob tecnologia Plene<sup>™</sup>, para controle de *Meloidogyne javanica* em campo (São José do Rio Preto, 2012)..... 24
- 6 Perfilhamento aos 60 e 120 dias após o plantio, em tratamentos de experimento para avaliação da eficácia agrônômica do nematicida abamectina (Avicta 500 FS<sup>®</sup>), em tratamento industrial de cana-de-açúcar sob tecnologia Plene<sup>™</sup>, com complementação ou não de carbofurano (Furadan 350 SC<sup>®</sup>), aplicado no sulco, sobre os toletes, para controle de *Meloidogyne javanica* em campo (São José do Rio Preto, 2012)..... 26
- 7 Os números da população inicial de *Meloidogyne javanica*, presentes no solo (zero dia após o plantio - DAP), nas raízes (60 e 90 DAP) em tratamentos de experimento para avaliação da eficácia agrônômica do nematicida abamectina (Avicta 500 FS<sup>®</sup>), em tratamento industrial de cana-de-açúcar sob tecnologia Plene<sup>™</sup>, com complementação ou não de carbofurano (Furadan 350 SC<sup>®</sup>), aplicado no sulco, sobre os toletes, para controle de *M. javanica* em campo (São José do Rio Preto, 2012)..... 27
- 8 Produtividade em TCH (toneladas de cana-de-açúcar por hectare), Incremento de produtividade em relação ao tratamento testemunha (%) e açucares totais recuperáveis (ATR), aos 420 dias após o plantio, em tratamentos de experimento para avaliação da eficácia agrônômica do nematicida abamectina (Avicta 500 FS<sup>®</sup>), em tratamento industrial de cana-de-açúcar sob tecnologia Plene<sup>™</sup>, com complementação ou não de carbofurano (Furadan 350 SC<sup>®</sup>), aplicado no sulco, sobre os toletes, para controle de *Meloidogyne javanica* em campo (São José do Rio Preto, 2012)..... 28

CAPÍTULO 3 .....	34
1 Nome Comercial, nome comum, dosagem do ingrediente ativo (i.a.), dosagem do produto comercial (p.c.), dos produtos utilizados em tratamentos de experimento, para avaliação da eficácia agronômica do nematicida abamectina (Avicta 500 FS <sup>®</sup> ), em tratamento industrial de cana-de-açúcar sob tecnologia Plene <sup>™</sup> , para controle de <i>Pratylenchus zaeae</i> à campo (Piracicaba, 2012) .....	37
2 Nome Comercial, nome comum, dosagem do ingrediente ativo (i.a.), dosagem do produto comercial (p.c.), dos produtos utilizados em tratamentos de experimento, para avaliação da eficácia agronômica do nematicida abamectina (Avicta 500 FS <sup>®</sup> ), em tratamento industrial de cana-de-açúcar sob tecnologia Plene <sup>™</sup> , com complementação ou não de carbofurano (Furadan 350 SC <sup>®</sup> ), aplicado no sulco, sobre os toletes, para controle de <i>Pratylenchus zaeae</i> em experimento de campo (Piracicaba, 2012) .....	39
3 Perfilhamento aos 60 e 120 dias após o plantio, em tratamentos de experimento para avaliação da eficácia agronômica do nematicida abamectina (Avicta 500 FS <sup>®</sup> ), em tratamento industrial de cana-de-açúcar sob tecnologia Plene <sup>™</sup> , para controle de <i>Pratylenchus zaeae</i> em campo (Piracicaba, 2012).....	41
4 População inicial de <i>Pratylenchus zaeae</i> , presentes no solo (zero dia após o plantio - DAP), nas raízes (60 e 90 DAP) em tratamentos de experimento para avaliação da eficácia agronômica do nematicida abamectina (Avicta 500 FS <sup>®</sup> ), em tratamento industrial de cana-de-açúcar sob tecnologia Plene <sup>™</sup> , para controle de <i>P. zaeae</i> em campo (Piracicaba, 2012).....	42

- 5 Produtividade em TCH (toneladas de cana-de-açúcar por hectare), Incremento de produtividade em relação ao tratamento testemunha (%) e açucares totais recuperáveis (ATR), aos 420 dias após o plantio, em tratamentos de experimento para avaliação da eficácia agronômica do nematicida abamectina (Avicta 500 FS<sup>®</sup>), em tratamento industrial de cana-de-açúcar sob tecnologia Plene<sup>™</sup>, para controle de *Pratylenchus zae* em campo (Piracicaba, 2012)..... 44
- 6 Perfilhamento aos 60 e 120 dias após o plantio, em tratamentos de experimento para avaliação da eficácia agronômica do nematicida abamectina (Avicta 500 FS<sup>®</sup>), em tratamento industrial de cana-de-açúcar sob tecnologia Plene<sup>™</sup>, com complementação ou não de carbofurano (Furadan 350 SC<sup>®</sup>), aplicado no sulco, sobre os toletes, para controle de *Pratylenchus zae* em campo. (Piracicaba, 2012)..... 46
- 7 População inicial de *Pratylenchus zae*, presentes no solo (zero dia após o plantio - DAP), nas raízes (60 e 90 DAP) em tratamentos de experimento para avaliação da eficácia agronômica do nematicida abamectina (Avicta 500 FS<sup>®</sup>), em tratamento industrial de cana-de-açúcar sob tecnologia Plene<sup>™</sup>, com complementação ou não de carbofurano (Furadan 350 SC<sup>®</sup>), aplicado no sulco, sobre os toletes, para controle de *P. zae* em campo (Piracicaba, 2012)..... 47
- 8 Produtividade em TCH (toneladas de cana-de-açúcar por hectare), Incremento de produtividade em relação ao tratamento testemunha (%) e açucares totais recuperáveis (ATR), aos 420 dias após o plantio, em tratamentos de experimento para avaliação da eficácia agronômica do nematicida abamectina (Avicta 500 FS<sup>®</sup>), em tratamento industrial de cana-de-açúcar sob tecnologia Plene<sup>™</sup>, com complementação ou não de carbofurano (Furadan 350 SC<sup>®</sup>), aplicado no sulco, sobre os toletes, para controle de *Pratylenchus zae* em campo (Piracicaba, 2012)..... 48

## CONTROLE QUÍMICO DE NEMATOIDES EM CANAVIAIS IMPLANTADOS COM TECNOLOGIA PLENE™

**RESUMO** – No Brasil, a cana-de-açúcar tornou-se importante a partir da década de 1970 e, atualmente o país destaca-se como maior produtor e exportador de açúcar e etanol no mundo. Como todas as culturas, a cana-de-açúcar está sujeita ao parasitismo de nematoides e conseqüentemente ao detrimento na produtividade. O processo de erradicação desses organismos é dificultoso, novas tecnologias que promovam o controle pontual de nematoides são importantes ferramentas para aumentar a sustentabilidade do mercado sucroalcooleiro. O presente trabalho teve por objetivo, definir a eficácia agrônômica do nematicida abamectina (Avicta 500 FS®), com a variedade de cana-de-açúcar SP81-3250 sob tecnologia Plene™, visando o controle de *Meloidogyne javanica* com complementação ou não de carbofurano (Furadan 350 SC®), em aplicação no sulco sobre os toletes, na região de São José do Rio Preto em experimentos de campo. Um outro trabalho foi realizado na região de Piracicaba, com a variedade RB825336 e com o objetivo de definir a eficácia agrônômica para o controle de *Pratylenchus zaei*. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 5% de probabilidade e quando significativas médias foram comparadas pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. Os resultados evidenciaram que, nas condições em que os experimentos foram conduzidos, a utilização de abamectina entre 50 e 250 g / ha, carbofurano na dose de 1.750 g / ha e a combinação de 75 g / ha de abamectina com 1.050 e 1.750 g / ha de carbofurano foram efetivos para o controle de *M. javanica* e aumentaram a produtividade em relação ao tratamento-testemunha. O controle de *P. zaei* foi realizado com o ingrediente ativo abamectina nas doses entre 50 a 250 g / ha, carbofurano na dose de 1.750 / ha e a combinação de 75 a 100 g / ha de abamectina com 1.050 a 1.750 g / ha de carbofurano, que controlaram a subpopulação de nematoides, aos 90 dias após o plantio. Entretanto, somente a combinação de abamectina e carbofurano, nas doses de 75 e 1.050 g / ha, respectivamente, contribuiu para a maior produtividade de cana-de-açúcar.

**Palavras chave:** *Saccharum* spp., *Meloidogyne javanica* e *Pratylenchus zaei*.

## CHEMICAL CONTROL OF NEMATODES IN SUGARCANE FIELDS PLANTED WITH PLENE™ TECHNOLOGY

**ABSTRACT** – Sugarcane in Brazil has been important since 1970. Currently, the country stands as the largest ethanol and sugar producer and exporter of the world. As all crops production, sugarcane is liable to nematodes infestation and consequently yield decrease. As the eradication process of these organisms is very difficult, new technologies to promote nematodes control are very important tools to enhance sugarcane sustainable production. This study aims to evaluate nematicide abamectin (Avicta 500 FS®) agronomic efficacy for SP81-3250 variety, related to *M. javanica* field control in combination or not with carbofuran (Furadan 350 SC®), as a field trial in São José do Rio Preto region. Same trials were realized in Piracicaba region with RB825536 variety related to *Pratylenchus zae* field control. All the results were Duncan test analyzed by 5% probability. The results show that abamectin at 50 to 250 g . ha<sup>-1</sup> rate, carbofuran at 1,750 g . ha<sup>-1</sup> rate and abamectin at 75 g . ha<sup>-1</sup> rate in combination with carbofuran at 1,050 to 1,750 g . ha<sup>-1</sup> were efficient on *M. javanica* control and consequently yield increased, compared to check. For *P. zae* field control, abamectin at 50 to 250 g . ha<sup>-1</sup> rate, carbofuran at 1,750 g . ha<sup>-1</sup> rate and abamectin at g . ha<sup>-1</sup> rate in combination with carbofuran at 1,050 to 1,750 g . ha<sup>-1</sup> controlled the subpopulation at 90 days after planting compared to check, however only the chemicals combination increased sugarcane yield.

**Keywords:** *Saccharum* spp., *Meloidogyne javanica* and *Pratylenchus zae*.

## CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

A cana-de-açúcar integra a família Poaceae, classe Liliopsida e ordem Ciperales. Suas folhas são simples, alternadas e estreito-lanceoladas. Sua inflorescência é composta por flores pequenas protegidas por brácteas reunidas e fruto seco do tipo cariopse. A planta é ereta, semi perene, rizomatosa e forma touceiras (ARANHA; YAHN, 1987). Seu metabolismo fotossintético é do tipo C4 e, portanto, tem alta eficiência fotossintética e ponto de saturação luminosa elevado. Logo, responde positivamente ao aumento da intensidade luminosa, com incremento no desenvolvimento e acúmulo de açúcares (BARBIERI, 1981).

Originária da Ásia (BARNES, 1964), a cana-de-açúcar (*Saccharum* spp. Linnaeus, Carl) foi introduzida no Brasil em 1522, por Martim Afonso de Souza (FERNANDES, 1990). No Brasil, sua cultura tornou-se importante a partir da década de 1970, e atualmente, o país destaca-se como maior produtor e exportador de açúcar e etanol do mundo (UNICA, 2012). Em 2010, a área ocupada com cana-de-açúcar foi de 8.912.761 ha e produtividade média de 71.229 kg / ha (IBGE 2011).

Segundo Conab (2012), a área cultivada com cana-de-açúcar, que será colhida e destinada à atividade sucroalcooleira na safra 2012/13, está estimada em 8.567,2 mil hectares, distribuídos em todos os Estados produtores conforme suas características. O Estado de São Paulo é o maior produtor, com 51,66% (4.426,45 mil hectares), seguido por Minas Gerais, com 8,97% (768,64 mil hectares), Goiás com 8,54% (732,02 mil hectares), Paraná, com 7,17% (614,01 mil hectares), Mato Grosso do Sul, com 6,31% (540,97 mil hectares), Alagoas, com 5,35% (458,09 mil hectares) e Pernambuco, com 3,48% (298,39 mil hectares). Nos demais Estados produtores as áreas são menores, com representações abaixo de 3%. Em relação ao ano de 2011, as áreas em produção continuam com progressivo aumento nos Estados de: Mato Grosso do Sul 12,5%, Goiás 7,9%, Espírito Santo 7,35%, Bahia 5,3%, Mato Grosso 5,5%, e Minas Gerais 3,5%; e a produtividade média está estimada em 70.289 kg.ha, 2,9% maior que na safra 2011/12, que foi de 68.289 kg/ha (CONAB, 2012).

Essa expansão está condicionada aos aspectos climáticos e pedológicos favoráveis à cultura em praticamente todo o país; entretanto, como todas as plantas,

em decorrência de fatores bióticos e abióticos, a cana-de-açúcar está sujeita a detrimientos em seu desenvolvimento e produtividade. Entre os fatores bióticos, destacam-se os nematoides, que induzem a planta tornasse-se doente por estresses hídricos e nutricionais, reduzindo a capacidade produtiva da cultura.

Os nematoides são organismos pertencentes ao filo Nematoda, sendo que os representantes dos fitonematoides, normalmente, alcançam 0,3 a 3,0 mm de comprimento e 15 a 50  $\mu\text{m}$  de diâmetro. Constituem o grupo pluricelular mais abundante no planeta (KIMPINSKI; STURZ, 2003). Sua coloração é transparente, dificultando sua percepção, identificação e sexagem. Estes seres ativos se movimentam como serpentes e habitam solos, rios, lagos e mares, podendo ser encontrados desde regiões extremamente frias até regiões de deserto (FREITAS et al., 2009).

Em consequência do ataque de nematoides, as perdas, em escala mundial, estão estimadas em aproximadamente US\$ 78 bilhões ao ano. Só na agricultura americana, essas perdas são estimadas em US\$ 8 bilhões ao ano, o que corresponde a aproximadamente 10% em relação à agricultura mundial (BARKER et al., 1994). Segundo Sasser e Freckman (1987), as perdas médias causadas por nematoides são estimadas em 15,3% da produção de cana-de-açúcar.

No Brasil, a quantificação de perdas não é precisa, devido principalmente às interações com danos provocados por pragas, outras doenças, condições climáticas, plantas invasoras e inadequação de tratamentos culturais (RITZINGER; FANCELLI, 2006). Entretanto é sabido que as condições edafoclimáticas do Brasil são mais favoráveis ao aumento dos nematoides, se comparadas a outras regiões produtoras do mundo, como no Hemisfério Norte. Por conseguinte já foram identificadas 275 espécies e 48 gêneros associados à *Saccharum* spp. e, em termos mundiais, os nematoides ectoparasitos são apontados como mais frequentes (NOVARETTI et al., 1974); (MOURA; ALMEIDA, 1981); (MAQBOOL; HASHMIN, 1987), entretanto, em geral, são menos danosos do que os nematoides endoparasitos, considerados os mais agressivos a cultura.

A disseminação, multiplicação e persistência de nematoides na cana-de-açúcar são, em grande parte, devidas à característica semiperene da cultura, que é extensivamente cultivada em monocultura. Na sua renovação predomina a ausência

de rotação de cultura com outras espécies, pousio e, em alguns casos, retirada destruição dos restos culturais anteriores. Essas condições favorecem o desenvolvimento de populações de nematoides, sobretudo as espécies do gênero *Meloidogyne* Goeldi (1892) e *Pratylenchus* Filipjev (1936) (MOURA et al., 2000).

Um dos primeiros registros de nematoides, data de 1855, quando Berkeley, trabalhando na Inglaterra, descobriu que as galhas existentes em raízes de plantas de *Cucumis sativus* (Linnaeus, 1753) eram causadas por um nematoide (LORDELLO, 1988). No Brasil, em 1887, Goeldi publicou o seu relatório nos Arquivos do Museu Nacional do Rio de Janeiro (GOELDI, 1887), dizendo tratar-se de nematoides o grupo de parasitos radiculares do cafeeiro e o descreveu como *Meloidogyne exigua* Goeldi (1887), tratando-se do primeiro registro, além de indicar diversas medidas de controle.

Em cana-de-açúcar, o primeiro relato sobre o ataque de nematoides data de 1885, em Java, na Indonésia em trabalho realizado por Treub, que descreveu o nematoide como *Heterodera javanica*, posteriormente classificado como *Meloidogyne javanica* (Treub, 1885; Chitwood, 1949) (WINCHESTER, 1969). No Brasil, a primeira citação referente ao ataque de nematoides em cana-de-açúcar foi registrada na variedade Co290, com espécies de os gêneros *Helicotylenchus* Steiner, 1945 e *Trichodorus* Cobb (1913) (BRIEGER, 1962). Atualmente, as espécies *P. zae* (Graham, 1951), *M. javanica* e *M. incognita* (Kofoid e White, 1919) são consideradas as espécies-chave na cultura da cana-de-açúcar (DINARDO-MIRANDA, 2010). Segundo Dinardo-Miranda (2010), as espécies *M. javanica* e *P. zae* causam reduções de 20 a 30% na produção, respectivamente, porém *M. incognita* pode reduzir de 40 a 50%. Essas informações corroboram com Barbosa (2008) que realizou dois experimentos em casa de vegetação, relatando que as variáveis biométricas avaliadas evidenciaram maior agressividade de *M. javanica*, em relação a *M. incognita* nas variedades de *Saccharum* spp. testadas.

As espécies de nematoides do gênero *Meloidogyne* prejudicam as plantas com a excreção de substâncias que promovem o crescimento anormal de célula e posterior formação de galhas. Para os organismos, as galhas constituem ponto de alimentação, desenvolvimento e reprodução. Para as plantas, as galhas são responsáveis pelo bloqueio na translocação de seiva e colapso no sistema de

nutrição da planta [(LORDELLO; LORDELLO, 1996); (CAMPOS; STURHAN, 1987); (LIMA, 1985); (SASSER, 1979); (MOURA, 1971)].

O ciclo de vida de *Meloidogyne* se inicia com a deposição dos ovos pela fêmea, em uma matriz gelatinosa que os protege. O desenvolvimento do ovo começa, em seu interior, até a total formação do juvenil, sendo este período chamado de primeiro estágio juvenil ou J<sub>1</sub>. A primeira ecdise ocorre dentro do ovo e o juvenil, de segundo estágio J<sub>2</sub>, emerge. Este se move no solo à procura da raiz da qual irá se alimentar, sendo esta procura ao acaso, e o J<sub>2</sub> é guiado por muitas substâncias exsudadas da raiz do hospedeiro. Posteriormente, o J<sub>2</sub> penetra na raiz e se move entre as células indiferenciadas. Ao se fixar para iniciar a alimentação, a parede celular é puncionada com o estilete, injetando secreções das suas glândulas esofagianas, que causam o alargamento das células do cilindro vascular, aumentando as taxas de divisão celular no periciclo. Isso leva à formação das chamadas “células gigantes”, formadas pelo aumento (hipertrofia) das células (TIHOHOD, 2000).

Ao mesmo tempo, ha uma intensa multiplicação celular (hiperplasia) em torno da região do corpo do juvenil. Estas mudanças são acompanhadas, normalmente, pelo engrossamento das raízes, formando distintas galhas. Enquanto as células gigantes e galhas estão se formando, a largura do juvenil vai aumentando. O juvenil sofre uma série de transformações que culminam nas ecdises, dando origem aos estádios juvenis J<sub>3</sub> e J<sub>4</sub> e, finalmente, aos adultos macho e fêmea (TIHOHOD, 2000). A duração do ciclo de vida pode variar de acordo com alguns fatores, entre os quais se destacam a temperatura e também as condições de hospedagem da planta. Para as espécies *M. incognita*, *M. javanica* e *Meloidogyne arenaria* (Chitwood, 1949), o ciclo se completa com 25 dias em média, quando em temperaturas próximas a 28°C e em plantas suscetíveis (MOURA, 1997).

As espécies de *Pratylenchus* são genericamente referidas como os nematoides das lesões radiculares, devido aos sintomas na forma de lesões necróticas, que causam nas raízes de seus hospedeiros (TIHOHOD, 2000), sendo considerados, no Brasil e no mundo, o segundo grupo de nematoides de maior importância econômica (LORDELLO, 1992; TIHOHOD, 2000; FERRAZ, 1999), e

superados apenas pelos nematoides de galha (*Meloidogyne* spp.) (TIHOHOD, 2000).

De maneira geral, as espécies de *Pratylenchus* apresentam hábito endoparasita migrador e a maioria partenogênica, onde as fêmeas depositam seus ovos, geralmente dentro das raízes. A primeira ecdise acontece ainda dentro do ovo, e juvenis de segundo estágio J<sub>2</sub> eclodem e iniciam a alimentação. Diferentemente da maioria das espécies de nematoides de importância econômica, como *Rotylenchulus reniformis* (Linford e Oliveira, 1940), *Meloidogyne* spp. e *Heterodera glycines* (Ichinohe, 1952), não há formação de sítio permanente de alimentação. Após processo de digestão pré-oral do conteúdo citoplasmático de uma célula, geralmente do córtex radicular, os nematoides absorvem o material pré-digerido por meio do estilete (TIHOHOD, 1997).

À medida que o nematoide aumenta de tamanho, há necessidade de passar por outras ecdises, passando pelas fases de juvenil de terceiro estágio J<sub>3</sub> e quarto estágio J<sub>4</sub> e, por fim, chegando ao estágio adulto com predominância de fêmeas de reprodução partenogênica e insignificante ocorrência de machos. É comum as espécies completarem todo o seu ciclo dentro da raiz, mas quando ela não oferece mais condições favoráveis, geralmente por excessiva densidade populacional que resulta em escassez de alimento, o nematoide precisa buscar o solo e procurar novas raízes (LORDELLO, 1992; TIHOHOD, 1997).

Os danos econômicos mencionados são variados em relação à espécie, variedade e ciclo da cultura, somados a velocidade de crescimento das raízes, multiplicação da população de nematoide e tolerância das variedades aos estresses hídricos e nutricionais gerados pelo estado de doença. Em relação a *P. zae*, Dinardo-Miranda et al. (1996), consideram que 2.500 espécimes por 50 g de raízes causam reduções de produtividade. Novaretti (1997) aponta que níveis maiores de 400 juvenis de *M. javanica* em 50 g de raízes indicam alta densidade populacional, justificando medidas de controle.

Alguns métodos de controle têm sido estudados com o objetivo de diminuir as populações de nematoide abaixo do limiar de dano econômico, com a utilização conjunta ou isolada de nematicidas, rotação de culturas, revolvimento do solo,

variedades resistentes ou tolerantes, e incorporação de matéria orgânica [(DINARDO-MIRANDA et al., 1995); (BARROS; MOURA; PEDROSA, 2000)].

Entretanto não ha no mercado material genético com resistência aos nematoides, com exceção à SP70-1143 relatada com resistência à *M. javanica*, (NOVARETTI; NUNES JUNIOR; NELLI, 1981), SP89-1115 com resistência à *M. incognita* (BARBOSA, 2008) e para *Pratylenchus* sp., somente a variedade IAC77-51 é considerada tolerante, segundo critério de Dropkin e Nelson (1960) (DINARDO-MIRANDA, 2006). Todavia a suscetibilidade das variedades de cana-de-açúcar a estes patógenos já foi comprovada por diversos pesquisadores [(DINARDO-MIRANDA et al., 1995); (NOVARETTI; MONTEIRO; FERRAZ, 1998); (DINARDO-MIRANDA, 1999)]. Dinardo-Miranda et al. (1995), estudaram no campo o comportamento de variedades de cana-de-açúcar, a *M. javanica*, e observaram que 12 dos materiais avaliados apresentaram suscetibilidade ao nematoide, com incrementos na produção, variando de 8,2 t / ha na variedade RB785148 até 23,5 t / ha na variedade SP78-1233.

Com a discurrida ausência de variedades resistentes e ausência de mecanismos que possibilitem a erradicação dos organismos de uma área infestada, o manejo dos cultivos tem se baseado, principalmente, no uso de nematicidas aplicados no plantio e/ou nas soqueiras. O controle químico de nematoides prejudiciais às plantas cultivadas tem sido uma prática muito comum na agricultura brasileira. Apesar da existência de técnicas alternativas para o controle de nematoides em várias culturas, prevê-se que o uso de nematicidas continuará sendo expressivo no futuro próximo (RIGITANO, 2005).

Os nematicidas são pesticidas na maioria dos casos sistêmicos ou endoterapêuticos, definidos como compostos que são absorvidos pela planta e translocados em quantidades suficientes para torná-la tóxica para nematoides por um determinado período (BENNET, 1957). Thomason e Mckenry (1975) mencionam que o uso de nematicidas é um método de controle eficiente e que, nas doses adequadas, as aplicações de nematicidas reduzem 80 a 90% a população de nematoides nos primeiros 40 a 60 cm de solo.

Com a evolução da indústria química e a descoberta de novos princípios ativos e formulações, o controle químico submete-se ao período de revitalização em

face dos novos nematicidas com fórmulas inovadoras, práticas e seguras [(NOVARETTI, 1997); (NOVARETTI; MONTEIRO; FERRAZ, 1998)]. Até 1998, apenas os nematicidas terbufós e carbofurano estavam registrados para a cultura da cana-de-açúcar no Brasil (DINARDO-MIRANDA; MENEGATTI; PIVETA, 2001). Atualmente existem 27 produtos registrados no Ministério da Agricultura para o controle de nematoides (AGROFIT, 2012). Esses produtos estão distribuídos entre 11 empresas nacionais e multinacionais responsáveis por produzir e/ou comercializar os produtos abamectina, cadusafós, dazomete, metam-sódico, carbofurano, fostiazato, terbufós e fenamifós (AGROFIT, 2012).

Segundo Dinardo-Miranda et al. (1998), a aplicação de nematicidas no plantio em áreas infestadas por nematoides podem resultar em incrementos de produtividade agrícola de até 40 t / ha. Com a mesma linha de pesquisa, Carbonell (1978) e Novaretti et al. (1978), realizaram experimentos de controle químico destes nematoides com aumentos de produção na ordem de 30%. De acordo com Dinardo-Miranda et al. (1995, 1996) e Garcia, Silva e Dinardo-Miranda (1997), em estudos nos quais aplicaram-se nematicidas no plantio de diversas variedades cultivadas em campos infestados por uma ou mais espécies de nematoides mais importantes para a cultura, foram observados incrementos de produtividade agrícola no primeiro corte, em relação a testemunhas, de até 41 t / ha.

O uso de nematicidas químicos, no cultivo da cana de açúcar, tem contribuído significativamente para a produtividade agrícola da cultura, quando conduzida em solos infestados por nematoides (DINARDO-MIRANDA; GARCIA; MENEGATTI, 2000). Por conseguinte, novas tecnologias que promovam o controle pontual de nematoides, como o tratamento industrial de toletes de cana-de-açúcar, são importantes para aumentar a sustentabilidade do mercado sucroalcooleiro.

O tratamento industrial em toletes de cana-de-açúcar é propriedade da Syngenta Proteção de Cultivos Ltda., realizada com toletes de cinco cm e gema no meio, preparada em processo industrial e introduzida ao solo com plantadora montada. Esse modelo chama-se Plene™ e está registrado pela patente US 2010/0257640 A1, diferenciando-se por uma tecnologia de plantio com redução de operações agrícolas, proteção de pragas, nematoides e doenças (ARAMAKI et al., 2010).

A aplicação de nematicida em tratamento industrial nos toletes protege as plantas, com destaque no início do desenvolvimento da cultura, que é o período de maior sensibilidade da planta ao ataque dos nematoides pelo diminuto perfil do solo explorado pelas raízes. Pela relevância no mercado bioenergético, este trabalho objetiva definir o desempenho agrônômico de diferentes doses do nematicida abamectina (Avicta 500 FS<sup>®</sup>) sob tecnologia Plene<sup>™</sup>, com complementação ou não de carbofurano (Furadan 350 SC<sup>®</sup>), aplicado no sulco de plantio, sobre os toletes, para controle isolado de *M. javanica* e *Pratylenchus zae* em experimentos de campo.

## REFERÊNCIAS

AGROFIT. Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. **Ministério da Agricultura**. Disponível em: <[http://extranetagricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://extranetagricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acesso em: 15 dez. 2012.

ARAMAKI, P.; LEUNBERGER, J. A.; NASCIMENTO, A. C.; SANTOS, J. G M. D. Method for growing sugarcane. **Patent Application Publication**. Pub No: US 2010/0257640 A1. Greensboro, 2010, 19 p.

ARANHA, C.; YAHN, C.A. Botânica da cana-de-açúcar. In: PARANHOS, S. B. **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 3-14.

BARBOSA, B. F. F. **Estudo das inter-relações patógeno-hospedeiro de *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *Pratylenchus brachyurus* em cana-de-açúcar**. 2008. 50 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Entomologia Agrícola) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.

BARKER, K. R.; HUSSEY, L. R.; KRUSBERG, L. R.; BIRD, G. W.; DUNN, R. A.; FERRIS, H.; FERRIS, V. R.; FRECKMAN, D. W.; GABRIEL, C. J.; GREWAL, A. E.; McGUIDWIN, A. E.; RIDDLE, D. L.; ROBERTS, P. A.; SCHIMITT, D. P. Plant and soil nematodes: societal impact and focus for the future. **Journal of Nematology**, Lakeland, v.26, p.127-137, 1994.

BARBIERI, V.; BACCHI, O.O.S.; VILLA NOVA, N.A. Espaçamento em cana-de-açúcar. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 2., Rio de Janeiro, 1981. **Anais**. Rio de Janeiro: STAB, 1981. v.3, p.512-522.

BARNES, A. C. **The sugar cane**. New York: The New York Interscience Publishers INC., 1964. 456 p.

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

BENNET, S. H. The behaviour of systemic insecticides applied to plants. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.2, p.279-296, 1957.

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

CAMPOS, V. P.; STURHAN, D. Ocorrência e distribuição de nematoides em hortaliças em Minas Gerais. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 1, p. 153-158, 1987.

CARBONELL, E. Efectividad del carbofuran em el control de fitonematodos em caña de azúcar. **Nematropica**, Bradenton v.8, n.2, p.4, 1978.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento de safra brasileira: cana-de-açúcar, primeiro levantamento, abril/2012 - **Companhia Nacional de Abastecimento**, Brasília : Conab 2012, 19p.

DINARDO-MIRANDA, L. L. Manejo de nematoides e pragas de solo em cana-de-açúcar. In: CAMPOS, A. P.; VALE, D. W.; ARAÚJO, E. S.; CORRADI, M. M.; YAMAUTI, M. S.; FERNANDES, O. A.; FREITAS. S. Manejo integrado de pragas. Jaboticabal: FUNEP, 2006. p.59-80.

DINARDO MIRANDA, L. L. Nematoides e pragas de solo em cana-de-açúcar. In: **Encarte Do Informações Agronômicas**. Ribeirão Preto, 2005. Disponível em:<[http://www.potafos.org/ppiweb/brazil.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/7759ddc6878ca7eb83256d05004c6dd1/\\$FILE/Enc25-32-110.pdf](http://www.potafos.org/ppiweb/brazil.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/7759ddc6878ca7eb83256d05004c6dd1/$FILE/Enc25-32-110.pdf)>. Acesso em: 25 Nov. 2010.

DINARDO-MIRANDA, L. L. Reação de variedades de cana-de-açúcar ao parasitismo de *Meloidogyne javanica* e de *M. incognita*. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 23 n.2, p. 76-83, 1999.

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

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

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

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 zeae*. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v.20, 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**, Piracicaba, v.19, p. 60-66, 1995.

DROPKIN, V. H.; NELSON. P. E. The histopathology of root-knot nematode infections in soybeans. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 50, p. 442-447, 1960.

FERNANDES, A. J. **Manual da cana-de-açúcar**. São Paulo: Livro Ceres, 1990. 196p.

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.

FREITAS, L. G.; LIMA, R. D'ARC, FERRAZ, S. Introdução à nematologia. **Cadernos didáticos**, Viçosa: UFV. n. 58, 90p. 2009.

GARCIA, V.; SILVA, S. F.; DINARDO-MIRANDA, L. L. Comportamento de variedades de cana-de-açúcar em relação a *Meloidogyne incognita*. **Revista Nacional do Álcool e Açúcar**, São Paulo, v.17, n.87, p.14-19, 1997.

GOELDI, E. A: Relatório sobre a moléstia do cafeeiro na província do Rio de Janeiro. Arq. Museu nacional, p.7-123, 1887.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa\\_201112.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201112.pdf)>. Acesso em: 09 Fevereiro de 2012.

KIMPINSKI, J.; STURZ, A. V. Managing crop root zone eco systems for prevention of harmful and encouragement of beneficial nematodes. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 72, n. 2, p. 213-221, 2003.

LIMA, R. D. de. Nematóide parasita das cucurbitáceas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 11, n.131, p. 34-36, 1985.

LORDELLO, A. I. L.; LORDELLO, R. A. Identificação de raças de *Meloidogyne incognita* associadas a algumas plantas. **Summa Phytopathologica**, Jaguariúna, v. 22, p. 43-45,1996.

LORDELLO, L. G. E. **Nematoides das plantas cultivadas**. São Paulo: Nobel, 1992, 314 p.

LORDELLO, L. G. E. **Nematoides das plantas cultivadas**. São Paulo: Nobel, 1988.

MAQBOOL, M. A.; HASHMIN, S. Effect of granular nematicides on nematode populations and sugarcane yield. **Revue de Nematologie**, Paris, v. 10, p. 111-113, 1987.

MOURA, R. M. de. Alguns nematoides de interesse agrícola assinalados no Pernambuco e Estados vizinhos. **Revista da Sociedade Brasileira de Fitopatologia**, Piracicaba, v.4, n.126, p.129. 1971.

MOURA, R. M. Gênero *Meloidogyne* e a meloidoginose. Parte I. In: LUZ, W. C.(Ed.): **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 4, p. 209-244. 1997.

MOURA, R. M.; ALMEIDA, A. V. Estudos preliminares sobre a ocorrência de fitonematóides associados à cana-de-açúcar em áreas de baixa produtividade agrícola no Estado de Pernambuco. In: Reunião da Sociedade Brasileira, 5. 1981, Piracicaba. **Anais**. Piracicaba: Sociedade Brasileira de Nematologia, 1981. p.213-220.

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 nematoides *Pratylenchus zeae* e *Meloidogyne* spp. em cana-de-açúcar no Nordeste do Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.25, n.1, p.101-103, 2000.

NOVARETTI, W. R. T. **Controle de *Meloidogyne incognita* e *Pratylenchus zeae* (Nemata: Tylenchoidea) em cana-de-açúcar com nematicidas, associados ou não à matéria orgânica**. 1997. 51 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.

NOVARETTI, W. R. T.; LORDELLO, NELLI, E. J.; FILHO, G. W. Viabilidade econômica do nematicida carbofurano na cultura da cana-de-açúcar. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.3, p.117-131, 1978.

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

NOVARETTI, W. R. T.; NUNES JUNIOR, D.; NELLI, E. J. Comportamento de clones e variedades comerciais em relação aos nematoides *Meloidogyne javanica*. Experimento V. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE NEMATOLOGIA, 1981, Londrina. **Resumos**, 1981, p. 27.

NOVARETTI, W. R. T.; ROCCIA, A. O.; LORDELLO, L. G. E.; MONTEIRO, A. R. Contribuição ao estudo dos Nematoides que parasitam a cana-de-açúcar em São Paulo. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.1, p.27-32, 1974.

RIGITANO, R. L. de O. Resíduos de nematicidas em produtos agrícolas e sua lixiviação em solos. Palestra técnica. In: Congresso Brasileiro de Nematologia, 25, 2005, Piracicaba. **Resumo**. 2005. p. 56-60.

RITZINGER, C. H. S. P.; FANCELLI, M. Manejo integrado de nematoides na cultura da bananeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 331-338, 2006.

SASSER, J. N. Economic importance of *Meloidogyne* in tropical countries. In: LAMBERTI, F., TAYLOR, C. E. (Ed.). **Root-knot nematodes (*Meloidogyne* species)**: systematics, biology and control. London: Academic Press, 1979. p. 256-268.

SASSER, J. N.; FRECKMAN, D. W. A world perspective on nematology: The role of the society. In: Veech, A. J.; Dickson, W. D. **Vistas on nematology**, DeLeon Springs, Fl: Society of Nematologists Inc., 1987. p. 7-14.

THOMASON, I. J.; MCKENRY, M. Chemical control of nematode vectors of plant viruses. In: LAMBERTI, F.; TAYLOR, C.E.; SEINHORST, J. W. **Nematode vectors of plant viruses**. Plenum Press. London; New York: 1975. p.423-439.

TIHOHOD, D. **Guia prático para identificação de fitonematóides**. Jaboticabal: FUNEP, 1997. 246 p.

TIHOHOD, D. **Nematologia agrícola aplicada**. Jaboticabal: FUNEP, 2000, p. 372.

UNICA – União da Indústria de Cana-de-açúcar. Setor sucroenergético – Histórico. Cultivo da cana hoje. Disponível em <<http://www.unica.com.br>>, Acesso em: 10 de dezembro de 2012.

WINCHESTER, J. A. Sugar-Cane nematode Control. In: PEACHERRY, J.E. (Ed). **Nematodes of Tropical Crops**. Hartes: C. A. B. St. Albans, 1969, p. 204-209.

## CAPITULO 2 – CONTROLE QUÍMICO DE *Meloidogyne javanica* EM CANAVIAIS IMPLANTADOS COM TECNOLOGIA PLENE™

### RESUMO

A cultura da cana-de-açúcar por estar exposta a infecção e infestação de nematoides com o conseqüente risco de detrimento da produtividade. Em razão da dificuldade do processo de erradicação desses organismos, novas tecnologias que promovam o controle de nematoides no início do desenvolvimento das raízes são importantes ferramentas para aumentar a sustentabilidade do mercado sucroalcooleiro. O presente trabalho teve por objetivo definir a eficácia agrônômica do nematicida abamectina (Avicta 500 FS®), em tratamento industrial de cana-de-açúcar em tecnologia Plene™, para controle de *Meloidogyne javanica* em campo com a complementação ou não de carbofurano (Furadan 350 SC®), aplicado no sulco de plantio sobre os toletes, da variedade SP81-3250. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 5% de probabilidade e quando significativa análise de comparações de médias pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. Os resultados mostraram que, nas condições em que os experimentos foram conduzidos, a utilização de abamectina entre 50 e 250 g / ha, carbofurano na dose de 1750 g / ha e a combinação de g / ha de abamectina com 1050 e 1750 g / ha de carbofurano foram efetivos para o controle de *M. javanica*, gerando o aumento de produtividade em relação ao tratamento testemunha.

**Palavras-chave:** *Saccharum* spp., nematoide de galha, controle químico.

## INTRODUÇÃO

Originária da Ásia (BARNES, 1964), a cana-de-açúcar (*Saccharum* spp. Linnaeus, Carl) foi introduzida no Brasil em 1522, por Martim Afonso de Souza (FERNANDES, 1990). Impulsionada pelas condições climáticas e pedológicas favoráveis, a cultura está presente em praticamente todos os Estados do país, entretanto, como todas as culturas, a cana-de-açúcar é dependente de fatores bióticos e abióticos para o seu desenvolvimento. Entre os fatores bióticos, destaca-se a infestação de nematoides, o conseqüente estado de doença e detrimientos na produtividade ocasionados pelo organismo.

Em nível mundial, as perdas causadas por nematoides, em 1987, foram estimadas em 15,3%, somando bilhões de dólares de prejuízo (SASSER; FRECKMAN, 1987). No Brasil, a quantificação de perdas não é precisa, principalmente pelas interações com danos provocados por pragas, outras doenças, condições climáticas, plantas invasoras e inadequação de tratamentos culturais (RITZINGER; FANCELLI, 2006).

Associados ao gênero *Saccharum* spp.; já foram identificadas 275 espécies de 48 gêneros e, em termos mundiais, os ectoparasitos são apontados como mais frequentes (NOVARETTI et al., 1974); (MOURA; ALMEIDA, 1981); (MAQBOOL; HASHMIN, 1987). Atualmente as espécies *Pratylenchus zae* (Graham, 1951), *Meloidogyne javanica* (Treub, 1885; Chitwood, 1949) e *Meloidogyne incognita* (Kofoid e White, 1919) são consideradas as espécies-chave de nematoides na cultura da cana-de-açúcar no Brasil (DINARDO-MIRANDA, 2010).

Segundo Dinardo-Miranda (2010), as espécies *M. javanica* e *P. zae* causam reduções de 20 a 30% na produção, respectivamente, entretanto *M. incognita* pode reduzir de 40 a 50% a produtividade. Barbosa (2008) realizou dois experimentos em casa de vegetação, relatando que as variáveis biométricas avaliadas confirmaram maior agressividade de *M. javanica*, em relação a *M. incognita* nas variedades de *Saccharum* spp. testadas. Dentre esses organismos, a notória importância dos nematoides das galhas está alicerçada pelo elevado grau de polifagismo, larga dispersão geográfica e a dificuldade do seu controle (ANDRADE; PONTE, 1999).

Dentre às espécies de *Meloidogyne*, a *M. incognita* e *M. javanica* têm grande distribuição no Brasil, ocorrendo em 97% dos hospedeiros parasitados.

A importância dos nematoides de galha para a cultura da cana-de-açúcar pode ser especialmente verificada com o aumento na produtividade em decorrência ao controle destes patógenos, conforme foi constatado nos trabalhos realizados por Dinardo-Miranda et al. (1995, 2001). Os danos econômicos mencionados são variados em relação à espécie do nematoide, variedade e ciclo da cultura, velocidade de crescimento das raízes, multiplicação da população de nematoide e tolerância das variedades aos estresses hídricos e nutricionais gerados pelo estado de doença. Novaretti (1997) aponta que níveis maiores que 400 juvenis de *M. javanica* em 50 g de raízes indicam alta densidade populacional, justificando medidas de controle.

Em agricultura extensiva, a erradicação dos organismos é praticamente impossível, visto a ineficiência dos métodos tradicionais de controle e pelo investimento necessário. Por conseguinte, tecnologias que buscam o controle pontual e eficaz de nematoides, utilizando tratamento industrial de toletes de cana-de-açúcar, possibilitam a manutenção e sustentabilidade do canavial.

O tratamento industrial em toletes de cana-de-açúcar é propriedade da Syngenta Proteção de Cultivos Ltda., realizado com toletes de cinco cm e gema no meio, preparado em processo industrial e introduzido ao solo com plantadora montada. Esse modelo chama-se Plene™ e está registrado pela patente US 2010/0257640 A1, diferenciando-se por uma tecnologia de plantio com redução de operações agrícolas, proteção de pragas, nematoides e doenças (ARAMAKI et al., 2010).

Pela relevância no mercado bioenergético, este trabalho objetiva definir o desempenho de diferentes doses do nematicida abamectina (Avicta 500 FS®), em tratamento industrial sob tecnologia Plene™, com complementação ou não de carbofurano (Furadan 350 SC®), aplicado no sulco, sobre os toletes, para controle de *M. javanica* em experimento de campo com a variedade SP81-3250.

## MATERIAL E MÉTODOS

Neste trabalho, selecionou-se a variedade de cana-de-açúcar SP81-3250 do Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-Açúcar (PLANALSUCAR). Os trabalhos de campo foram desenvolvidos em área naturalmente infestada com *M. javanica*, pertencente ao grupo Cerradinho Álcool, Açúcar e Energia S/A, com coordenadas geográficas - 20° 53' 59.54" de latitude Sul - 49° 36' 9.31" de longitude Oeste de Greenwich, localizada na região de São José do Rio Preto-SP.

Foram realizados dois experimentos de campo. No primeiro, foram utilizadas doses crescentes de abamectina (Avicta 500 FS<sup>®</sup>) sob tecnologia Plene<sup>™</sup> em tratamento industrial de cana-de-açúcar, como apresentados na Tabela 1. No segundo foram utilizadas as doses de 75 e 100 g de abamectina (Avicta 500 FS<sup>®</sup>) em tratamento industrial de cana-de-açúcar sob tecnologia Plene<sup>™</sup>, com complementação ou não de carbofurano, aplicado no sulco de plantio sobre os toletes, como demonstrado na Tabela 2.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições e parcelas experimentais úteis de 90 m<sup>2</sup>, constituídas de seis linhas de 10 m de comprimento, espaçadas em 1,5 m. Como bordadura, foram utilizadas duas linhas adjacentes de plantio a cada linha externa das parcelas, acrescida de um metro em todas as linhas experimentais, no início e fim de cada parcela, com o objetivo de mitigar efeitos externos aos fatores estudados.

Os colmos-semente da variedade SP81-3250 foram oriundos de viveiro de cana-de-açúcar, conduzido na Estação Experimental pertencente ao Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento da Syngenta Proteção de Cultivos Ltda., na cidade de Itápolis-SP. Para a instalação do viveiro, os colmos-semente foram originados do primeiro ciclo de viveiro, plantado com colmos submetidos a tratamento térmico, segundo metodologia descrita por Coopersucar (1989). A coleta dos colmos-semente para a instalação do experimento foi realizada oito meses após o plantio do viveiro. Posteriormente à coleta, os colmos-semente foram enviados à fábrica da Syngenta Proteção de Cultivos Ltda., em Itápolis-SP, para a realização da despalha, corte e tratamento industrial dos toletes com os produtos thiametoxam, fludioxonil,

mefenoxan e azoxistrobin, nas doses de 420, 15, 45 e 90 g / ha respectivamente, para todos os tratamentos; e abamectina onde o produto foi solicitado. Como consequência, o produto final apresentou aspecto rosado com cortes perpendiculares ao eixo longitudinal do colmo e gema localizada no centro do mesmo, distanciada de 2,5 centímetros das superfícies do corte.

Tabela 1. Nome Comercial, nome comum, dosagem do ingrediente ativo (i.a.), dosagem do produto comercial (p.c.), dos produtos utilizados em tratamentos do experimento, para avaliação da eficácia agrônômica do nematicida abamectina (Avicta 500 FS<sup>®</sup>), em tratamento industrial de cana-de-açúcar sob tecnologia Plene<sup>™</sup>, para controle de *Meloidogyne javanica* em campo (São José do Rio Preto, 2012).

Tratamento	Tecnologia	Produto	Ativo	Dose (mL ou g)	
				i.a./ha	p.c./ha
1	Tolete com uma gema	Testemunha	---	---	---
2	Plene <sup>™</sup>	Avicta	abamectina	50	100
3	Plene <sup>™</sup>	Avicta	abamectina	100	200
4	Plene <sup>™</sup>	Avicta	abamectina	150	300
5	Plene <sup>™</sup>	Avicta	abamectina	200	400
6	Plene <sup>™</sup>	Avicta	abamectina	250	500

Todos os tratamentos receberam thiametoxam, fludioxonil, mefenoxan e azoxistrobin nas doses de 420, 15, 45 e 90 g / ha respectivamente.

O plantio dos toletes, em ambos os experimentos, foram realizados no dia dezoito de março de 2010, utilizando-se sulcos em formato “V”, com espaçamento de 1,50 m entre sulcos e 0,4 m de profundidade e deposição de 8 toletes por metro, dispostos horizontalmente ao nível do solo

Após a deposição dos toletes, referentes ao experimento 2, foi realizada a aplicação de carbofurano sobre os toletes, nas parcelas que a complementação foi solicitada.

Tabela 2. Nome Comercial, nome comum, dosagem do ingrediente ativo (i.a.), dosagem do produto comercial (p.c.), dos produtos utilizados em tratamentos do experimento, para avaliação da eficácia agrônômica do nematicida abamectina (Avicta 500 FS<sup>®</sup>), em tratamento industrial de cana-de-açúcar sob tecnologia Plene<sup>™</sup>, com complementação ou não de carbofurano (Furadan 350 SC<sup>®</sup>), aplicado no sulco, sobre os toletes, para controle de *Meloidogyne javanica* em experimento de campo (São José do Rio Preto, 2012).

Tratamento	Tecnologia	Produto	Ativo	Dose (mL ou g)	
				i.a./ha	p.c./ha
1	Tolete com uma gema	Testemunha	---	---	---
2	Plene <sup>™</sup>	Avicta	abamectina	75	150
3	Plene <sup>™</sup>	Avicta	abamectina	100	200
4	Plene <sup>™</sup>	Avicta	abamectina	75	150
		Furadan	carbofurano	1050	3000
5	Plene <sup>™</sup>	Avicta	abamectina	100	200
		Furadan	carbofurano	1050	3000
6	Plene <sup>™</sup>	Avicta	abamectina	75	150
		Furadan	carbofurano	1400	4000
7	Plene <sup>™</sup>	Avicta	abamectina	100	200
		Furadan	carbofurano	1400	4000
8	Plene <sup>™</sup>	Avicta	abamectina	75	150
		Furadan	carbofurano	1750	5000
9	Plene <sup>™</sup>	Avicta	abamectina	100	200
		Furadan	carbofurano	1750	5000
10	Plene <sup>™</sup>	Furadan	carbofurano	1750	5000

Todos os tratamentos receberam thiametoxam, fludioxonil, mefenoxan e azoxistrobin nas doses de 420, 15, 45 e 90 g / ha respectivamente.

Para a aplicação de carbofurano sobre os toletes, utilizou-se pulverizador costal pressurizado por CO<sub>2</sub>, à pressão constante de 2 kgf . cm<sup>-2</sup>, barra equipada com bico de jato plano, modelo TT 11002 – Teejet e volume equivalente de calda da ordem de 200 L / ha. No momento das aplicações, a velocidade do vento média foi de 4,3 km / ha, umidade relativa média de 67% e a temperatura média de 27°C.

Após a deposição dos toletes e aplicação dos produtos nas parcelas correspondentes, todos os propágulos de cana foram cobertos por camada média de 8 cm de terra. No momento do plantio, foram coletadas amostras de solo e raízes em cada parcela, para verificação da infestação inicial de nematoides na área experimental. A subpopulação de *M. javanica* foi identificada com base nos caracteres morfológicos do padrão perineal, preparado conforme Taylor e Netscher (1974), e na morfologia da região labial dos machos (EISENBACK et al., 1981). No momento da identificação, indivíduos de *P. zaeae* também foram encontrados e identificados, utilizando-se os caracteres morfológicos de fêmeas adultas, segundo Gonzaga (2006); entretanto a espécie foi desprezada nesse trabalho pela insignificante quantidade encontrada.

Para os dois experimentos, foram realizadas avaliações de perfilhos aos 60 e 120 Dias Após o Plantio (DAP), contagem de nematoides em 50 g de raízes aos 60 e 90 DAP e colheita das parcelas experimentais aos 420 DAP.

Na contagem de perfilhos, foram utilizados os valores referentes às plantas que emergiram nas duas linhas centrais de cada parcela, excluindo-se a bordadura. Para a contagem de nematoides, foram coletadas amostras de solo e raízes nas quantidades de 1,0 e 0,2 kg, respectivamente entre, zero e 25 cm de profundidade em 2 pontos alternados opostos nas linhas marginais de cada parcela. Os nematoides foram extraídos das amostras de solo (100 cm<sup>3</sup>), pelo método da flotação centrífuga em solução de sacarose (JENKINS, 1964) e de raízes (10 g) pela técnica de Coolen e D'Herde (1972). A estimativa populacional foi obtida por meio da contagem em lâmina de Peters e com o auxílio de microscópio fotônico.

A estimativa de produtividade foi obtida mediante a aferição da massa fresca de cada parcela, com balança tipo célula de carga, graduada em 200 g, e os resultados foram tabulados em Toneladas de Cana-de-açúcar por Hectare (TCH). Para determinação dos atributos de qualidade, foi retirada, de cada parcela, uma

amostra de dez colmos, coletados aleatoriamente nos sulcos centrais, excluindo-se a bordadura. Posteriormente, as amostras foram encaminhadas ao Laboratório Tecnológico da Cooperativa dos Plantadores de Cana do Oeste do Estado São Paulo (COOPERCANA), localizado na cidade de Sertãozinho, para serem tituladas para os valores de Açúcares Totais Recuperáveis (ATR / ha). Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 5% de probabilidade e quando significativa à análise de comparações de médias pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade, com a utilização do *Software* JMP 10 (JMP® STATISTICAL DISCOVERY SOFTWARE, 2013).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No experimento 1, pela análise da Tabela 3, observou-se aos 60 dias após o plantio, todos os tratamentos não apresentaram diferenças estatísticas entre si para o mesmo perfilhamento. Na mesma Tabela, observa-se que na avaliação de perfilhamento, aos 120 dias após o plantio, os tratamentos contendo 50, 100, 150 e 200 g de abamectina por hectare apresentaram perfilhamento em número absoluto semelhante ao tratamento-testemunha, porém os mesmos não diferiram estatisticamente entre si; no entanto o tratamento contendo 250 g de abamectina por hectare apresentou maior perfilhamento, diferenciando-se estatisticamente do tratamento-testemunha e ficando estatisticamente igual aos tratamentos contendo 50, 100 e 150 g de abamectina / ha. Esse resultado sugere que o nematicida abamectina contribuiu na manutenção do perfilhamento nas condições em que o experimento foi conduzido.

As médias das análises nematológicas da Tabela 4 do experimento 1 mostram que, no dia do plantio, a infestação de *M. javanica* na área experimental estava homogênea com todos os tratamentos, não diferindo estatisticamente. Com 60 dias, a quantidade de indivíduos de *M. javanica* presente nas raízes, oriundas do tratamento-testemunha, foi superior, destacando-se estatisticamente dos demais tratamentos contendo o nematicida abamectina em todas as doses testadas.

Tabela 3. Perfilamento aos 60 e 120 dias após o plantio, em tratamentos de experimento para avaliação da eficácia agrônômica do nematicida abamectina (Avicta 500 FS<sup>®</sup>), em tratamento industrial de cana-de-açúcar sob tecnologia Plene<sup>™</sup>, para controle de *Meloidogyne javanica* em campo (São José do Rio Preto, 2012).

Tratamento	Produto	i.a./ha	Perfilhos (m)	
			60 DAP	120 DAP
1	Testemunha	---	10,48	14,88 b
2	Abamectina	50	8,83	17,75 ab
3	Abamectina	100	7,33	16,15 ab
4	Abamectina	150	8,68	16,25 ab
5	Abamectina	200	7,03	15,08 b
6	Abamectina	250	9,58	19,93 a
Teste F			NS	*
CV(%)			29,54	17,63

Significância dos valores de separação pelo teste F: \* = 5% e NS = não significativo. Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente, pelo teste de Duncan a 5% de significância. Todos os tratamentos receberam thiametoxam, fludioxonil, mefenoxan e azoxistrobin nas doses de 420, 15, 45 e 90 g / ha respectivamente.

Aos 120 dias, os tratamentos contendo 100 e 150 g de abamectina / ha, diferiram estatisticamente do tratamento-testemunha, sendo efetivo na supressão de *M. javanica* nas condições testadas, entretanto os demais tratamentos com nematicida não diferiram estatisticamente desses tratamentos. Os resultados ratificam o entendimento de Fasker e Star (2006), que constataram sensibilidade de *M. incognita* à abamectina em condições de laboratório. Ressalta-se que o tratamento contendo 100 g de abamectina / ha não sofreu alteração estatística para os tratamentos contendo abamectina.

Tabela 4. População inicial de *Meloidogyne javanica*, presentes no solo (zero dia após o plantio - DAP), nas raízes (60 e 90 DAP) em tratamentos de experimento para avaliação da eficácia agrônômica do nematicida abamectina (Avicta 500 FS<sup>®</sup>), em tratamento industrial de cana-de-açúcar sob tecnologia Plene<sup>™</sup>, para controle de *M. javanica* em campo (São José do Rio Preto, 2012).

Tratamento	Produto	i.a./ha	Nº de <i>Meloidogyne javanica</i>		
			0 DAP	60 DAP	90 DAP
			100 cm <sup>3</sup> de solo	50 g de raízes	
1	Testemunha	-	8	1080 b	2219 b
2	abamectina	50	9	282 a	387 ab
3	abamectina	100	21	53 a	473 ab
4	abamectina	150	28	131 a	111 a
5	abamectina	200	5	335 a	202 a
6	abamectina	250	3	63 a	283 ab
Teste F			NS	*	*
CV(%)			0,88**	51,71**	74,92**

Significância dos valores de separação pelo Teste F: \* = 5% e NS = não significativo. Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente, pelo teste de Duncan a 5% de significância. \*\*Dados transformados em  $x + 1000$ . Todos os tratamentos receberam thiametoxam, fludioxonil, mefenoxan e azoxistrobin nas doses de 420, 15, 45 e 90 g / ha respectivamente.

Os resultados de perfilhamento e população de *M. javanica*, nos tratamentos propostos, confirmam os resultados de produtividade da Tabela 5. Os incrementos absolutos de produtividade no experimento 1 são observados nas doses de 200 e 250 g de abamectina . / ha que não diferem estatisticamente entre si, mas o tratamento com a maior dose de abamectina difere estatisticamente dos demais. No entanto, todos os tratamentos contendo abamectina foram superiores em incremento de produtividade em relação ao tratamento-testemunha, diferenciando-se estatisticamente. O aumento de produtividade é apontado por outros autores em incrementos superiores a 40 toneladas por hectare (GARCIA; SILVA; DINARDO-MIRANDA, 1997); (DINARDO-MIRANDA et al., 1998).

Tabela 5. Produtividade em TCH (toneladas de cana-de-açúcar por hectare), Incremento de produtividade em relação ao tratamento testemunha (%) e açúcares totais recuperáveis (ATR), aos 420 dias após o plantio, em tratamentos do experimento para avaliação da eficácia agrônômica do nematicida abamectina (Avicta 500 FS<sup>®</sup>), em tratamento industrial de cana-de-açúcar sob tecnologia Plene<sup>™</sup>, para controle de *Meloidogyne javanica* em campo (São José do Rio Preto, 2012).

Tratamento	Produto	i.a./ha	TCH	Incremento (%)	ATR (kg/t)
1	Testemunha	---	181,30 d	---	164,61
2	abamectina	50	211,40 c	+ 16,60	145,17
3	abamectina	100	220,68 b	+ 21,72	156,10
4	abamectina	150	219,30 b	+ 20,96	157,60
5	abamectina	200	224,35ab	+ 23,74	158,62
6	abamectina	250	229,98a	+ 26,85	163,53
Teste F			*	---	NS
CV (%)			1,97	---	14,60

Significância dos valores de separação pelo Teste F: \* = 5% e NS = não significativo. Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente, pelo teste de Duncan a 5% de significância. Todos os tratamentos receberam thiametoxam, fludioxonil, mephenoxan e azoxistrobin nas doses de 420, 15, 45 e 90 g / ha respectivamente.

Esses resultados mostram que, embora ocorra um incremento de produtividade, à medida que a dose de abamectina por hectare é aumentada, as menores doses do produto foram suficientes para alterar significativamente os valores de produtividade nas condições que o experimento foi conduzido. Na mesma Tabela, observa-se que os valores referentes aos açúcares totais recuperáveis (ATR) não foram alterados pelos tratamentos que não diferiram estatisticamente para esse fator. Esses dados concordaram com os resultados de Moura (1995), Barros, Moura e Pedrosa (2000) e Rosa, Moura e Pedrosa (2003).

No experimento 2, com a análise aos 60 dias após o plantio, todos os tratamentos não apresentaram diferenças estatísticas entre si e apresentaram o

mesmo perfilhamento. Aos 120 dias após o plantio, nota-se que todos os tratamentos, excetuando-se o tratamento referente à abamectina e carbofurano (100 + 1.750 g / ha, respectivamente) não diferiram estatisticamente entre si e do tratamento-testemunha, apresentando o mesmo perfilhamento. Em relação ao tratamento com abamectina e carbofurano (100 + 1.750 g / ha, respectivamente), o menor perfilhamento em relação aos demais tratamentos, provavelmente, ocorreu por intoxicação das plantas, referente aos toletes, os quais receberam as maiores doses de abamectina e carbofurano concomitantemente.

Na Tabela 7, nota-se que as populações de *M. javanica* em amostras retiradas, no dia do plantio, estavam homogêneas, pois todos os tratamentos não diferiram estatisticamente e apresentavam a mesma distribuição. Entretanto, 60 dias após o plantio, a quantidade de indivíduos de *M. javanica* presente nas raízes das plantas oriundas do tratamento-testemunha foi superior, destacando-se estatisticamente dos demais tratamentos, excetuando-se os tratamentos abamectina e carbofurano (100 e 1.400 g / ha) e (100 e 1.750 g / ha) respectivamente. Aos 120 dias após o plantio do experimento, todos os tratamentos testados diferiram estatisticamente do tratamento-testemunha, sendo efetivos na supressão de *M. javanica* nas condições testadas. Esses dados confirmam resultados encontrados por Dinardo-Miranda et al. (2000), que verificaram que o nematicida carbofurano reduziu significativamente populações de *M. incognita* (Kofoid e White, 1919).

Tabela 6. Perfilamento aos 60 e 120 dias após o plantio, em tratamentos de experimento para avaliação da eficácia agrônômica do nematicida abamectina (Avicta 500 FS<sup>®</sup>), em tratamento industrial de cana-de-açúcar sob tecnologia Plene<sup>™</sup>, com complementação ou não de carbofurano (Furadan 350 SC<sup>®</sup>), aplicado no sulco, sobre os toletes, para controle de *Meloidogyne javanica* em campo (São José do Rio Preto, 2012).

Tratamento	Ativo	i.a./ha	Perfilhos (m)	
			60 DAP	120 DAP
1	Testemunha	---	6,55	10,33a
2	Abamectina	75	5,52	11,34a
3	Abamectina	100	5,21	12,22a
4	Abamectina	75	6,17	10,16ab
	Carbofurano	1050		
5	Abamectina	100	4,17	10,52a
	Carbofurano	1050		
6	Abamectina	75	5,74	10,42a
	Carbofurano	1400		
7	Abamectina	100	4,01	10,13ab
	Carbofurano	1400		
8	Abamectina	75	4,17	12,14a
	Carbofurano	1750		
9	Abamectina	100	6,53	7,23 b
	Carbofurano	1750		
10	Carbofurano	1750	6,39	12,8 a
Teste F			NS	*
CV(%)			0,29	18,36

Significância dos valores de separação pelo Teste F: \* = 5% e NS = não significativo. Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente, pelo teste de Duncan a 5% de significância. Todos os tratamentos receberam thiametoxam, fludioxonil, mfenoxan e azoxistrobin nas doses de 420, 15, 45 e 90 g / ha respectivamente.

Tabela 7. Os números da população inicial de *Meloidogyne javanica*, presentes no solo (zero dia após o plantio - DAP), nas raízes (60 e 90 DAP) em tratamentos de experimento para avaliação da eficácia agrônômica do nematicida abamectina (Avicta 500 FS<sup>®</sup>), em tratamento industrial de cana-de-açúcar sob tecnologia Plene<sup>™</sup>, com complementação ou não de carbofurano (Furadan 350 SC<sup>®</sup>), aplicado no sulco, sobre os toletes, para controle de *M. javanica* em campo (São José do Rio Preto, 2012).

Tratamento	Ativo	i.a./ha	Nº de <i>Meloidogyne javanica</i>		
			0 DAP	60 DAP	90 DAP
			100 cm <sup>3</sup> de solo	50 g de raízes	
1	Testemunha	-	40	9040 b	11095 b
2	Abamectina	75	45	1410 a	1935 a
3	abamectina	100	105	265 a	2365 a
4	abamectina	75	140	655 a	555 a
	carbofurano	1050			
5	abamectina	100	105	1675 a	1010 a
	carbofurano	1050			
6	abamectina	75	45	885 a	1725 a
	carbofurano	1400			
7	abamectina	100	60	3510 ab	605 a
	carbofurano	1400			
8	abamectina	75	20	550 a	440 a
	carbofurano	1750			
9	abamectina	100	80	4665 ab	535 a
	carbofurano	1750			
10	carbofurano	1750	15	315 a	1415 a
Teste F			NS	*	*
CV(%)			0,4**	34,9**	41,88**

Significância dos valores de separação pelo Teste F \* = 5% e NS = não significativo. Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente, pelo teste de Duncan a 5% de significância. \*\*Dados transformados em x + 1000. Todos os tratamentos receberam thiametoxam, fludioxonil, mefenoxan e azoxistrobin nas doses de 420, 15, 45 e 90 g / ha respectivamente.

Tabela 8. Produtividade em TCH (toneladas de cana-de-açúcar por hectare),

Incremento de produtividade em relação ao tratamento testemunha (%) e açúcares totais recuperáveis (ATR), aos 420 dias após o plantio, em tratamentos de experimento para avaliação da eficácia agrônômica do nematicida abamectina (Avicta 500 FS<sup>®</sup>), em tratamento industrial de cana-de-açúcar sob tecnologia Plene<sup>™</sup>, com complementação ou não de carbofurano (Furadan 350 SC<sup>®</sup>), aplicado no sulco, sobre os toletes, para controle de *Meloidogyne javanica* em campo (São José do Rio Preto, 2012).

Tratamento	Produto	i.a./ha	TCH	Incremento (%)	ATR (kg/t)
1	Testemunha	-	189,33 c	---	161,41
2	abamectina	75	207,93ab	+ 9,82	162,10
3	abamectina	100	213,45a	+ 12,73	165,00
4	abamectina carbofurano	75 1050	210,68ab	+ 11,27	160,00
5	abamectina carbofurano	100 1050	197,80 bc	+ 4,47	161,66
6	abamectina carbofurano	75 1400	202,78ab	+ 7,10	164,06
7	abamectina carbofurano	100 1400	200,65abc	+ 5,98	162,43
8	abamectina carbofurano	75 1750	205,48ab	+ 8,53	166,26
9	abamectina carbofurano	100 1750	197,98 bc	+ 4,57	166,37
10	carbofurano	1750	205,58ab	+ 8,58	166,53
Teste F			*	---	NS
CV(%)			4,13%	---	2,36%

Significância dos valores de separação pelo Teste F: \* = 5% e NS = não significativo. Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente, pelo teste de Duncan a 5% de significância. Todos os tratamentos receberam thiametoxam, fludioxonil, mfenoxan e azoxistrobin nas doses de 420, 15, 45 e 90 g / ha respectivamente.

As médias de produtividade do segundo experimento, contidas na Tabela 8, mostram que todos os tratamentos apresentaram incremento de produtividade nos números absolutos, mas os tratamentos abamectina nas doses de 75 e 100 g / ha, carbofurano na dose 1.750 g / ha e as combinações de abamectina e carbofurano nas doses 75 e 1.050 g / ha; 75 e 1.400 g / ha; 75 e 1.750 g / ha diferiram estatisticamente do tratamento-testemunha e proporcionaram um incremento significativo à produtividade. Os dados já eram esperados, visto que experimentos em que foi utilizado carbofurano, conduzido por Dinardo-Miranda e Garcia (2002), mostraram incrementos de 14,88 % de produtividade em relação à testemunha. Os mesmos números sugerem que as plantas possam ter sofrido intoxicação pela quantidade total de produtos aplicados, pois todos os tratamentos referentes à maior dose de abamectina (100 g / ha) em combinação com carbofurano somaram produtividades não diferentes estatisticamente do tratamento-testemunha. Ainda, na Tabela 8, os valores de ATR não proporcionaram diferença estatística entre os tratamentos. Os dados concordaram com os resultados de Moura (1995), Barros, Moura e Pedrosa (2000) e Rosa, Moura e Pedrosa (2003).

## CONCLUSÃO

O ingrediente ativo abamectina em doses entre 50 e 250 g / ha, carbofurano na dose de 1.750 g / ha e a combinação de 75 g / ha de abamectina com 1.050 e 1.750 g / ha de carbofurano controlaram a população de *M. javanica* em cana-de-açúcar nas condições que os experimentos foram realizados.

O controle de população de *M. javanica*, utilizando-se o ingrediente ativo abamectina em doses entre 50 e 250 g / ha, carbofurano na dose de 1.750 g / ha e a combinação de 75 g / ha de abamectina com 1.050 e 1.750 g / ha de carbofurano, contribuíram para o aumento na produtividade da cana-de-açúcar.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, N. C; PONTE, J. J. Efeito do sistema de plantio em camalhões e do consórcio com *Crotalaria spectabilis* no controle de *Meloidogyne incognita* em quiabeiro. **Nematologia Brasileira**, V.23, p.11-16,1999.

ARAMAKI, P; LEUNBERGER, J. A.; NASCIMENTO, A. C.; SANTOS, J. G M. D. Method for growing sugarcane. **Patent Application Publication**. Pub No: US 2010/0257640 A1. Greensboro, 2010, 19 p.

BARBOSA, B. F. F. **Estudo das inter-relações patógeno-hospedeiro de *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *Pratylenchus brachyurus* em cana-de-açúcar**. 2008. 50 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Entomologia Agrícola) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.

BARNES, A. C. **The sugar cane**. New York: The New York Interscience Publishers INC., 1964. 456 p.

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

COOLEN, W. A.; D'HERDE, C. J. **A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue**. Ghent: State Agricultural Research Center, 1972. 77 p.

COOPERSUCAR - COOPERATIVA DOS PRODUTORES DE CANA, AÇÚCAR E ÁLCOOL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Proálcool: fundamentos e perspectivas**. São Paulo: COPERSUCAR, 1989, 121 p.

DINARDO MIRANDA, L. L. Nematoides e pragas de solo em cana-de-açúcar. In: **Encarte Do Informações Agrônomicas**. Ribeirão Preto, 2005. Disponível em: <[http://www.potafos.org/ppiweb/brazil.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/7759ddc6878ca7eb83256d05004c6dd1/\\$FILE/Enc25-32-110.pdf](http://www.potafos.org/ppiweb/brazil.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/7759ddc6878ca7eb83256d05004c6dd1/$FILE/Enc25-32-110.pdf)>. Acesso em: 25 Nov. 2010.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; GARCIA, W. Efeito da época de aplicação de nematicidas em soqueira de cana-de-açúcar. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v.26, n.2, p. 177-180, 2002.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; GARCIA, V.; JACON, J. J.; COELHO, A. L. Efeitos da Interação entre Nematicidas e Herbicidas em Cana-de-açúcar. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 25, p. 197-203, 2001.

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

DINARDO-MIRANDA, L.L.; 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**, Piracicaba, v.17, n.2, p.39-41, 1998.

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

EISENBACK, J. D.; HIRSCHMANN, H.; SASSER, J. N.; TRIANTAPHYLLOU, A. C. **A guide to the four most common species of root-knot nematodes (*Meloidogyne* species) with a pictorial key**. Raleigh: The Departments of Plant Pathology and Genetics of North Carolina State University and United States Agency for International Development, 1981. 48 p.

FASKER, T. R.; STAR, J. L. Sensitivity of *Meloidogyne incognita* and *Rotylenchulus reniformis* to abamectim. **Journal of Nematology**, Lakeland, v.38, n.2, p.240-244, 2006.

FERNANDES, A. J. **Manual da cana-de-açúcar**. São Paulo: Livro Ceres, 1990. 196p.

GARCIA, V.; SILVA, S. F.; DINARDO-MIRANDA, L. L. Comportamento de variedades de cana-de-açúcar em relação a *Meloidogyne incognita*. **Revista Nacional do Álcool e Açúcar**, São Paulo, v.17, n.87, p.14-19, 1997.

GONZAGA, V. **Caracterização morfológica, morfométrica e multiplicação in vitro das seis espécies mais comuns de *Pratylenchus* Filijev, 1936 que ocorrem no Brasil**. 2006. 78f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2006.

JENKINS, W. R. A rapid centrifugal flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Reporter**, St. Paul, v.48, n.1, p.692, 1964.

JMP® Statistical Discovery Software In: **Fact Sheet**. Carolina do Norte – US, 2013. Disponível em: < [http://www.jmp.com/software/jmp10/pdf/jmp10\\_fact\\_sheet.pdf](http://www.jmp.com/software/jmp10/pdf/jmp10_fact_sheet.pdf)>. Acesso em: 02 Jan. 2013.

MAQBOOL, M. A.; HASHMIN, S. Effect of granular nematicides on nematode populations and sugarcane yield. **Revue de Nématologie**, Paris, v. 10, p. 111-113, 1987.

MOURA, R. M. Dois anos de rotação de cultura em campos de cana-de-açúcar para controle da meloidoginose. 2. Considerações sobre o método e reflexos na produtividade agro-industrial da cana planta. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.20, p.597-600, 1995.

MOURA, R. M.; ALMEIDA, A. V. Estudos preliminares sobre a ocorrência de fitonematóides associados à cana-de-açúcar em áreas de baixa produtividade agrícola no Estado de Pernambuco. In: Reunião da Sociedade Brasileira, 5. 1981, Piracicaba. **Anais**. Piracicaba: Sociedade Brasileira de Nematologia, 1981. p.213-220.

NOVARETTI, W. R. T. **Controle de *Meloidogyne incognita* e *Pratylenchus zeae* (Nemata: *Tylenchoidea*) em cana-de-açúcar com nematicidas, associados ou não à matéria orgânica**. 1997. 51 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.

NOVARETTI, W. R. T.; ROCCIA, A. O.; LORDELLO, L. G. E.; MONTEIRO, A. R. Contribuição ao estudo dos Nematoides que parasitam a cana-de-açúcar em São Paulo. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.1, p.27-32, 1974.

RITZINGER, C. H. S. P.; FANCELLI, M. Manejo integrado de nematoides na cultura da bananeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 331-338, 2006.

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

SASSER, J. N.; FRECKMAN, D. W. A world perspective on nematology: The role of the society. In: Veech, A. J.; Dickson, W. D. **Vistas on nematology**, DeLeon Springs, Fl: Society of Nematologists Inc., 1987. p. 7-14.

TAYLOR, A. L.; NETSCHER, C. An improved technique for preparing perineal patterns of *Meloidogyne* spp.. **Nematologica**, Leiden, v.20, p.268-269, 1974.

### **CAPITULO 3 – CONTROLE QUIMICO DE *Pratylenchus zea* EM CANAVIAIS IMPLANTADOS COM TECNOLOGIA PLENE™**

A cultura da cana-de-açúcar está sujeita à infestação de nematoides e, por conseguinte, exposta a detrimientos na produtividade. Como o processo de erradicação desses organismos é difícil, novas tecnologias que promovam o controle pontual de nematoides, no início do desenvolvimento das raízes, são importantes ferramentas para aumentar a sustentabilidade do mercado sucroalcooleiro. O presente trabalho teve por objetivo definir a eficácia agrônômica do nematicida abamectina (Avicta 500 FS®), em tratamento industrial de cana-de-açúcar em tecnologia Plene™, para controle de *Pratylenchus zea* em campo com a complementação ou não de carbofurano (Furadan 350 SC®), aplicado no sulco de plantio sobre os toletes, com a variedade RB825336. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e quando significativa à análise de comparações de médias pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. Os resultados mostraram que nas condições em que os experimentos foram conduzidos, o ingrediente ativo abamectina em doses entre 50 e 250 g / ha, carbofurano na dose de 1.750 g / ha e a combinação de 75 a 100 g / ha de abamectina com 1.050 e 1.750 g / ha de carbofurano controlaram a população de *P. zea* em cana-de-açúcar aos 90 dias após o plantio nas condições que os experimentos foram realizados, e a combinação de abamectina e carbofurano, nas doses de 75 e 1.050 g / ha, contribuiu para o aumento na produtividade da cana-de-açúcar.

**Palavras-chave:** *Saccharum* spp., nematoide das lesões radiculares.

## INTRODUÇÃO

Segundo Conab (2012), a área cultivada com cana-de-açúcar, que será colhida e destinada à atividade sucroalcooleira na safra 2012/13, está estimada em 8.567,2 mil hectares, distribuídos em todos os Estados produtores conforme suas características. Essa expansão está condicionada aos aspectos climáticos e pedológicos favoráveis à cultura em praticamente todo o país; entretanto, como todas as plantas, em decorrência de fatores bióticos e abióticos, a cana-de-açúcar está sujeita a detrimentos em seu desenvolvimento e produtividade.

A expansão do setor canavieiro no Brasil, ocorrida em áreas com pastagens degradadas, gerou a incidência e dispersão de *P. zae* causando alta movimentação e migração de maquinário agrícola de regiões em que esta espécie causou significativas reduções na produtividade, conforme reportam vários trabalhos realizados no Brasil (SILVA; PINCELLI; DINARDO-MIRANDA, 2006); (MOURA; OLIVEIRA, 2009); (NOVARETTI; REIS, 2009).

Os danos econômicos variam em face da espécie do nematoide, variedade e ciclo da cultura, velocidade de crescimento das raízes, multiplicação da subpopulação de nematoides e tolerância das variedades aos estresses hídricos e nutricionais gerados pelos nematoides. Em geral, subpopulações de *Pratylenchus* spp. acima de 5.000 indivíduos por 50 g de raízes são consideradas altas (DINARDO-MIRANDA et al., 1996); (MOURA, 2005). No entanto, Dinardo-Miranda e Ferraz (1991) e Novaretti (1997) afirmaram que subpopulações de *P. zae* próximas a 2.500 espécimes por 50 g de raízes, aos seis meses de idade da cultura da cana-de-açúcar, podem causar reduções significativas de produção em variedades suscetíveis.

Segundo Dinardo-Miranda (2010), *P. zae* causa reduções de 30% na produção e, economicamente ocupa o segundo lugar nas perdas em diversas culturas, sendo superados apenas pelas espécies de *Meloidogyne* (SASSER; FRECKMAN, 1987); (FERRAZ, 1999). Tihohod (2000) constatou que os indivíduos de *P. zae* infestam com frequência espécies de gramíneas, principalmente milho e cana-de-açúcar, conhecido por nematoides das lesões radiculares.

O melhor controle para os nematoides na cana-de-açúcar é a utilização de variedades resistentes, minorando o custo do produtor e os riscos ambientais, entretanto, não há no mercado, material genético com resistência ao nematoide das lesões radiculares, com exceção a variedade IAC77-51, que é considerada tolerante, conforme critério Dropkin e Nelson (1960), (DINARDO-MIRANDA, 2006). Assim, o controle químico é um meio eficaz para a manutenção produtiva em áreas infestadas.

O estudo realizado por Halbrecht e James (2003) relatou que a utilização de nematicida, isoladamente ou em sistema integrado, proporciona controle eficiente, aumentando a produtividade agrícola. Nessa linha, os experimentos de campo para controle de *P. zaeae*, revelaram que a aplicação de nematicida no plantio em diversas variedades contribuiu para aumento de produtividade significativo, com incrementos de até 40 t / ha (DINARDO-MIRANDA et al., 1996), evidenciando a patogenicidade de *P. zaeae* para a cana-de-açúcar.

A erradicação destes organismos em áreas extensas é praticamente impossível, sendo o controle pontual e eficaz de nematoides realizado por tecnologias utilizando tratamento industrial de toletes de cana-de-açúcar, possibilitando a manutenção e sustentabilidade do canavial. O tratamento industrial em toletes de cana-de-açúcar é propriedade da Syngenta Proteção de Cultivos Ltda., realizada com toletes de cinco cm e gema no meio, preparada em processo industrial e introduzida no solo com plantadora montada. Esse modelo chama-se Plene™ e está registrado pela patente US 2010/0257640 A1, diferenciando-se por uma tecnologia de plantio com redução de operações agrícolas, proteção de pragas, nematoides e doenças (ARAMAKI et al., 2010).

Pela relevância no mercado bioenergético, este trabalho objetivou definir o desempenho de diferentes doses do nematicida abamectina (Avicta 500 FS®), em tratamento industrial sob tecnologia Plene™, com complementação ou não de carbofurano (Furadan 350 SC®), aplicado no sulco, sobre os toletes, para controle de *P. zaeae* em experimento de campo na variedade RB825336.

## MATERIAL E MÉTODOS

Neste trabalho, selecionou-se a variedade de cana-de-açúcar RB825336 resultante do programa de melhoramento RIDESA (Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro). Os trabalhos de campo foram desenvolvidos em área naturalmente infestada com *P. zaeae*, pertencente à fazenda Flamboyant, com coordenadas geográficas - 22° 41' 25.83" de latitude Sul - 47° 36' 0.66" de longitude Oeste de Greenwich, localizada na região de Piracicaba - SP. Foram realizados dois experimentos de campo, sendo que no primeiro, foram utilizadas doses crescentes de abamectina (Avicta 500 FS<sup>®</sup>) sob tecnologia Plene<sup>™</sup> em tratamento industrial de cana-de-açúcar como apresentados na Tabela 1. No segundo experimento, foram utilizadas as doses de 75 e 100 g / ha de abamectina (Avicta 500 FS<sup>®</sup>) em tratamento industrial de cana-de-açúcar sob tecnologia Plene<sup>™</sup>, com complementação ou não de carbofurano, como descrito na Tabela 2.

Tabela 1. Nome Comercial, nome comum, dosagem do ingrediente ativo (i.a.), dosagem do produto comercial (p.c.), dos produtos utilizados em tratamentos de experimento, para avaliação da eficácia agrônômica do nematicida abamectina (Avicta 500 FS<sup>®</sup>), em tratamento industrial de cana-de-açúcar sob tecnologia Plene<sup>™</sup>, para controle de *Pratylenchus zaeae* à campo (Piracicaba, 2012).

Tratamento	Tecnologia	Produto	Ativo	Dose (mL ou g)	
				i.a./ha	p.c./ha
1	Tolete com uma gema	Testemunha	---	---	---
2	Plene <sup>™</sup>	Avicta	abamectina	50	100
3	Plene <sup>™</sup>	Avicta	abamectina	100	200
4	Plene <sup>™</sup>	Avicta	abamectina	150	300
5	Plene <sup>™</sup>	Avicta	abamectina	200	400
6	Plene <sup>™</sup>	Avicta	abamectina	250	500

Todos os tratamentos receberam thiametoxam, fludioxonil, mefenoxan e azoxistrobin nas doses de 420, 15, 45 e 90 g / ha respectivamente.

Tabela 2. Nome Comercial, nome comum, dosagem do ingrediente ativo (i.a.), dosagem do produto comercial (p.c.), dos produtos utilizados em tratamentos de experimento, para avaliação da eficácia agrônômica do nematicida abamectina (Avicta 500 FS<sup>®</sup>), em tratamento industrial de cana-de-açúcar sob tecnologia Plene<sup>™</sup>, com complementação ou não de carbofurano (Furadan 350 SC<sup>®</sup>), aplicado no sulco, sobre os toletes, para controle de *Pratylenchus zae* em experimento de campo (Piracicaba, 2012).

Tratamento	Tecnologia	Produto	Ativo	Dose (mL ou g)	
				i.a./ha	p.c./ha
1	Tolete com uma gema	Testemunha	---	---	---
2	Plene <sup>™</sup>	Avicta	Abamectina	75	150
3	Plene <sup>™</sup>	Avicta	Abamectina	100	200
4	Plene <sup>™</sup>	Avicta	Abamectina	75	150
		Furadan	Carbofurano	1050	3000
5	Plene <sup>™</sup>	Avicta	Abamectina	100	200
		Furadan	Carbofurano	1050	3000
6	Plene <sup>™</sup>	Avicta	Abamectina	75	150
		Furadan	Carbofurano	1400	4000
7	Plene <sup>™</sup>	Avicta	Abamectina	100	200
		Furadan	Carbofurano	1400	4000
8	Plene <sup>™</sup>	Avicta	Abamectina	75	150
		Furadan	Carbofurano	1750	5000
9	Plene <sup>™</sup>	Avicta	Abamectina	100	200
		Furadan	Carbofurano	1750	5000
10	Plene <sup>™</sup>	Furadan	Carbofurano	1750	5000

Todos os tratamentos receberam thiametoxam, fludioxonil, mefenoxan e azoxistrobin nas doses de 420, 15, 45 e 90 g / ha respectivamente.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, quatro repetições e parcelas experimentais úteis de 90 m<sup>2</sup>, constituídas de seis linhas de 10 m de

comprimento, espaçadas em 1,5 m. Como bordadura, foram utilizadas duas linhas adjacentes de plantio a cada linha externa das parcelas, acrescida de um metro em todas as linhas experimentais no início e fim de cada parcela, com o objetivo de mitigar efeitos externos aos fatores estudados.

Os colmos-semente da variedade RB825536 foram oriundos de viveiro conduzido na Estação Experimental, pertencente ao Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento da Syngenta Proteção de Cultivos Ltda., na cidade de Itápolis-SP. Para a instalação do viveiro, foram utilizados colmos-semente originados do primeiro ciclo de viveiro implantado, com colmos submetidos a tratamento térmico, segundo metodologia descrita por Coopersucar (1989).

A coleta dos colmos semente para a instalação do experimento foi realizada oito meses após o plantio do viveiro. Posteriormente à coleta, estes colmos foram enviados à fábrica da Syngenta Proteção de Cultivos Ltda., em Itápolis-SP, para a realização da despalha, corte e tratamento industrial dos toletes com os produtos thiametoxam, fludioxonil, mefenoxan e azoxistrobin, nas doses de 420, 15, 45 e 90 g / ha, respectivamente, para todos os tratamentos, e abamectina onde o produto foi solicitado. Como consequência, o produto final apresentou aspecto rosado com cortes perpendiculares ao eixo longitudinal do colmo e gema localizada no centro do mesmo, distanciada de 2,5 centímetros das superfícies do corte.

O plantio dos toletes, em ambos os experimentos, foram realizados no dia dezesseis de março de 2010, utilizando-se sulcos em formato “V”, com espaçamento de 1,50 m entre sulcos e 0,4 m de profundidade e deposição de 8 toletes por metro, dispostos horizontalmente ao nível do solo

Após a deposição dos toletes, referentes ao experimento 2, foi realizada a aplicação de carbofurano sobre os toletes, nas parcelas que a complementação foi solicitada. Para a aplicação de carbofurano sobre os toletes, utilizou-se pulverizador costal pressurizado por CO<sub>2</sub>, à pressão constante de 2 kgf . cm<sup>-2</sup>, barra equipada com bico de jato plano, modelo TT 11002 – Teejet e volume equivalente de calda da ordem de 200 L / ha. No momento das aplicações, a velocidade do vento média foi de 2,6 km / ha, umidade relativa média de 43% e a temperatura média de 24°C.

Após a deposição dos toletes e aplicação dos produtos nas parcelas correspondentes, todos os propágulos de cana foram cobertos por camada média de 8 cm de terra. No momento do plantio, foram coletadas amostras de solo e raízes em cada parcela, para verificação da infestação inicial de nematoides na área experimental. A subpopulação de *P. zae* foi recuperada e identificada com base nos caracteres morfológicos de fêmeas adultas, segundo Gonzaga (2006). Na amostragem, foi encontrada subpopulação de *M. javanica* que foi identificada com base nos caracteres morfológicos do padrão perineal, preparado conforme Taylor e Netscher (1974), e na morfologia da região labial dos machos (EISENBACK et al., 1981); entretanto a espécie foi desprezada nesse trabalho pela diminuta soma de indivíduos encontrada.

Para os dois experimentos, foram realizadas avaliações de perfilhos aos 60 e 120 Dias Após o Plantio (DAP), contagem de nematoides em 50 g de raízes aos 60 e 90 DAP e produtividade das parcelas experimentais aos 420 DAP.

No contagem de perfilhos, foram utilizados os valores referentes às plantas que emergiram nas duas linhas centrais de cada parcela, excluindo-se a bordadura. Para a contagem de nematoides, foram coletadas amostras de solo e raízes nas quantidades de 1,0 e 0,2 kg, respectivamente, entre zero e 25 cm de profundidade, em 2 pontos alternados opostos nas linhas marginais de cada parcela. Os nematoides foram extraídos das amostras de solo (100 cm<sup>3</sup>) pelo método da flotação centrífuga em solução de sacarose (JENKINS, 1964) e raízes (50 g) pela técnica de Coolen e D'Herde (1972). A estimativa populacional foi obtida por meio da contagem em lâmina de Peters e com o auxílio de microscópio óptico.

A estimativa de produtividade foi obtida mediante a aferição da massa fresca de cada parcela, com balança tipo célula de carga, graduada em 200 g, e os resultados foram tabulados em Toneladas de Cana-de-açúcar por Hectare (TCH). Para determinação dos atributos de qualidade, foi retirada de cada parcela, uma amostra de dez colmos, coletados aleatoriamente nos sulcos centrais, excluindo-se a bordadura. Posteriormente, as amostras foram encaminhadas ao Laboratório Tecnológico da Cooperativa dos Plantadores de Cana do Oeste do Estado São Paulo (COOPERCANA), localizado na cidade de Sertãozinho para serem tituladas para os valores de Açúcares Totais Recuperáveis (ATR . / ha).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e quando significativa à análise de comparações de médias pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade com a utilização do *Software* JMP 10 (JMP<sup>®</sup> STATISTICAL DISCOVERY SOFTWARE, 2013).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No experimento 1, pela análise da Tabela 3, observou-se que, aos 60 dias após o plantio, todos os tratamentos não apresentaram diferenças estatísticas entre si, provavelmente em decorrência da uniformização da brotação nos tratamentos inerentes à quantidade de dias após o plantio nos quais a avaliação de perfilhamento foi realizada.

Tabela 3. Perfilhamento aos 60 e 120 dias após o plantio, em tratamentos de experimento para avaliação da eficácia agrônômica do nematicida abamectina (Avicta 500 FS<sup>®</sup>), em tratamento industrial de cana-de-açúcar sob tecnologia Plene<sup>™</sup>, para controle de *Pratylenchus zae* em campo (Piracicaba, 2012).

Tratamento	Produto	i.a./ha	Perfilhos (m)	
			60 DAP	120 DAP
1	Testemunha	---	7,05	11,12 b
2	abamectina	50	7,52	13,63 a
3	abamectina	100	6,42	12,15 ab
4	abamectina	150	6,67	11,39 ab
5	abamectina	200	8,42	11,67 ab
6	abamectina	250	7,60	13,33 ab
Teste F			NS	*
CV(%)			28,39	11,38

Significância dos valores de separação pelo Teste F: \* = 5% e NS = não significativo. Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente, pelo teste de Duncan a 5% de significância. Todos os tratamentos receberam thiametoxam, fludioxonil, mefenoxan e azoxistrobin nas doses de 420, 15, 45 e 90 g / ha respectivamente.

Na avaliação de perfilhamento aos 120 dias após o plantio, presentes na Tabela 3, todos os tratamentos somaram uma quantidade de perfilhos superior ao tratamento-testemunha; entretanto somente o tratamento dois referente a 50 g de abamectina por hectare diferiu estatisticamente do tratamento-testemunha. Todavia é valido ressaltar que todos os demais tratamentos contendo abamectina não diferiram estatisticamente entre si e entre o tratamento 2.

Tabela 4. População inicial de *Pratylenchus zaeae*, presentes no solo (zero dia após o plantio - DAP), nas raízes (60 e 90 DAP) em tratamentos de experimento para avaliação da eficácia agrônômica do nematicida abamectina (Avicta 500 FS<sup>®</sup>), em tratamento industrial de cana-de-açúcar sob tecnologia Plene<sup>™</sup>, para controle de *P. zaeae* em campo (Piracicaba, 2012).

Tratamento	Produto	i.a./ha	Nº de <i>Pratylenchus zaeae</i>		
			0 DAP	60 DAP	90 DAP
			100 cm <sup>3</sup> de solo	50 g de raízes	
1	Testemunha	-	16	2362,20 b	3002,20 b
2	abamectina	50	16	1764,20 ab	844,40 a
3	abamectina	100	21	878,40 ab	360,20 a
4	abamectina	150	21	313,00 a	1010,00 a
5	abamectina	200	16	927,00 ab	415,00 a
6	abamectina	250	10,5	928,00 ab	330,00 a
Teste F			NS	*	*
CV(%)			0,84**	54,8**	55,82**

Significância dos valores de separação pelo Teste F: \* = 5% e NS = não significativo. Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente, pelo teste de Duncan a 5% de significância. \*\*Dados transformados em  $x + 1000$ . Todos os tratamentos receberam thiametoxam, fludioxonil, mefenoxan e azoxistrobin nas doses de 420, 15, 45, e 90 g / ha respectivamente.

Esses dados evidenciam que o perfilhamento pode ser influenciado pela presença de abamectina no sistema nematoide, solo e raízes, visto que todos os tratamentos do experimento incluindo o tratamento testemunha receberam aplicação de thiametoxam, fludioxonil, mefenoxan e azoxistrobin nas doses de 420, 15, 45 e 90 g / ha respectivamente.

As médias das análises nematológicas da Tabela 4 do experimento 1 mostram que, no dia do plantio, a infestação de *P. zaeae* na área experimental apresentava-se homogênea com todos os tratamentos, não diferindo estatisticamente entre si. Aos 60 dias, a subpopulação de *P. zaeae* presente no tratamento-testemunha foi superior em números absolutos a todos os demais tratamentos; entretanto somente foi diferente estatisticamente ao tratamento com 150 g de abamectina por hectare. Todavia, é importante ressaltar que todos os tratamentos que receberam a aplicação com abamectina não diferiram estatisticamente entre si e entre o tratamento 4, que diferiu do tratamento-testemunha.

Na avaliação referente a 120 dias após o plantio, todos os tratamentos contendo abamectina diferiram estatisticamente do tratamento testemunha, sendo efetivo na supressão de *P. zaeae* nas condições testadas. Os resultados ratificam o entendimento de Fasker e Star (2006), que constataram sensibilidade de *M. incognita* à abamectina em condições de laboratório.

Os resultados de perfilhamento e subpopulação de *P. zaeae*, nos tratamentos propostos no experimento 1, confirmam os resultados de produtividade presentes na Tabela 5 com os incrementos absolutos em todas as doses de abamectina testadas; entretanto somente o tratamento contendo 150 g de abamectina por hectare difere estatisticamente do tratamento-testemunha, embora todos os tratamentos contendo abamectina não diferiram estatisticamente do tratamento 4 com 150 g de abamectina por hectare.

Provavelmente, a produtividade superior no tratamento 4 foi inferida pela menor quantidade de nematoides aos 60 dias em relação aos demais. Esses dados confirmam resultados obtidos por Dinardo-Miranda e Ferraz (1991) e Novaretti (1997), que constataram que populações de *P. zaeae*, próximas a 2.500 espécimes por 50 g de raízes, podem causar reduções significativas de produção em variedades suscetíveis até seis meses após o plantio da cana-de-açúcar.

Na mesma linha, esses resultados sugerem que o tratamento com abamectina é eficaz na supressão de *P. zaeae* em cana-de-açúcar e corroboram com os dados obtidos por DINARDO-MIRANDA et al. (1996), que em ensaio de campo infestado com *P. zaeae*, obtiveram incrementos de até 40 t . / ha.

Ainda na Tabela 5, observa-se que os valores referentes aos açúcares totais recuperáveis (ATR) não foram alterados pelos tratamentos que não diferiram estatisticamente para esse fator. Esses dados concordaram com os resultados de Moura (1995), Barros, Moura e Pedrosa (2000) e Rosa, Moura e Pedrosa (2003), que não observaram diferenças para esse fator.

Tabela 5. Produtividade em TCH (toneladas de cana-de-açúcar por hectare), Incremento de produtividade em relação ao tratamento testemunha (%) e açúcares totais recuperáveis (ATR), aos 420 dias após o plantio, em tratamentos de experimento para avaliação da eficácia agrônômica do nematicida abamectina (Avicta 500 FS<sup>®</sup>), em tratamento industrial de cana-de-açúcar sob tecnologia Plene<sup>™</sup>, para controle de *Pratylenchus zae* em campo (Piracicaba, 2012).

Tratamento	Produto	i.a./ha	TCH	Incremento (%)	ATR (kg/t)
1	Testemunha	---	153,71 b	---	155,24
2	Abamectina	50	180,77ab	+ 17,60	152,15
3	Abamectina	100	172,66ab	+ 12,33	154,51
4	abamectina	150	186,93a	+ 21,61	161,24
5	abamectina	200	178,41ab	+ 16,07	157,05
6	abamectina	250	181,63ab	+ 18,16	158,35
Teste F			*	---	NS
CV (%)			10,84	---	5,29

Significância dos valores de separação pelo Teste F: \* = 5% e NS = não significativo. Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente, pelo teste de Duncan a 5% de significância. Todos os tratamentos receberam thiametoxam, fludioxonil, mephenoxan e azoxistrobin nas doses de 420, 15, 45, e 90 g / ha respectivamente.

No experimento 2, com a análise de perfilhamento na Tabela 6, observa-se que aos 60 dias após o plantio, todos os tratamentos não apresentaram diferenças estatísticas entre si e apresentaram o mesmo perfilhamento, possivelmente devido à uniformização na brotação entre os tratamentos. Na avaliação correspondente a 120

dias após o plantio, observa-se que os valores absolutos de perfilhamento são superiores ao tratamento-testemunha; entretanto somente nos tratamentos combinados com abamectina e carbofurano (100 + 1.050 g / ha e 100 + 1.400 g / ha, respectivamente) e carbofurano na dose de 1.750 g / ha diferiram estatisticamente do tratamento-testemunha. Todavia todos os demais tratamentos com nematicida não diferiram estatisticamente dos tratamentos acima citados apresentando o mesmo perfilhamento.

Na Tabela 7, nota-se que a subpopulação de *P. zae* no dia do plantio apresentavam-se homogênea, nas parcelas experimentais uma vez que todos os tratamentos não diferiram estatisticamente entre si. Entretanto, aos 60 dias após o plantio, a subpopulação de *P. zae*, nas raízes do tratamento-testemunha, foi superior em relação a todos os demais tratamentos em números absolutos; no entanto o tratamento-testemunha diferiu estatisticamente somente dos tratamentos combinados com abamectina e carbofurano (75 e 1.050 g / ha e 100 e 1.750 g / ha, respectivamente). Essa resposta não linear dos dados em resposta ao aumento das doses de nematicida, provavelmente foi ocasionado pelo coeficiente de variação de 124% e sua respectiva indicação da alta variabilidade nos dados coletados. De fatos os nematoides não estão uniformemente distribuídos no solo, mas, em vez disso, segue um padrão de distribuição binomial negativa (BARKER; CAMPBELL, 1981; GOODELL; FERRIS, 1980).

A mesma variabilidade é observada na quantificação nematológica aos 120 dias após o plantio, com valores de 164,47%; entretanto todos os tratamentos com nematicidas, isolados ou em combinação, suprimiram a subpopulação de *P. zae* e diferiram estatisticamente do tratamento-testemunha. Esses dados confirmam resultados obtidos por Dinardo-Miranda, Menegatti e Piveta (2001), que relataram que o nematicida carbofurano foi eficiente no controle de *P. zae* em cana-de-açúcar.

Tabela 6. Perfilamento aos 60 e 120 dias após o plantio, em tratamentos de experimento para avaliação da eficácia agrônômica do nematicida abamectina (Avicta 500 FS<sup>®</sup>), em tratamento industrial de cana-de-açúcar sob tecnologia Plene<sup>™</sup>, com complementação ou não de carbofurano (Furadan 350 SC<sup>®</sup>), aplicado no sulco, sobre os toletes, para controle de *Pratylenchus zaeae* em campo. (Piracicaba, 2012).

Tratamento	Ativo	i.a./ha	Perfilhos (m)	
			60 DAP	120 DAP
1	Testemunha	---	6,83	10,92 b
2	abamectina	75	7,32	12,96 ab
3	abamectina	100	8,1	12,62 ab
4	abamectina	75	8,33	12,85 ab
	carbofurano	1050		
5	abamectina	100	7,52	14,87 a
	carbofurano	1050		
6	abamectina	75	7,52	12,13 ab
	carbofurano	1400		
7	abamectina	100	8,84	14,46 a
	carbofurano	1400		
8	abamectina	75	9,33	12,98 ab
	carbofurano	1750		
9	abamectina	100	7,46	12,27 ab
	carbofurano	1750		
10	carbofurano	1750	9,69	14,78 a
Teste F			NS	*
CV(%)			25,41	12,57

Significância dos valores de separação pelo Teste F: \* = 5% e NS = não significativo. Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente, pelo teste de Duncan a 5% de significância. Todos os tratamentos receberam thiametoxam, fludioxonil, mefenoxan e azoxistrobin nas doses de 420, 15, 45, e 90 g / ha respectivamente.

Tabela 7. População inicial de *Pratylenchus zaeae*, presentes no solo (zero dia após o plantio - DAP), nas raízes (60 e 90 DAP) em tratamentos de experimento para avaliação da eficácia agrônômica do nematicida abamectina (Avicta 500 FS<sup>®</sup>), em tratamento industrial de cana-de-açúcar sob tecnologia Plene<sup>™</sup>, com complementação ou não de carbofurano (Furadan 350 SC<sup>®</sup>), aplicado no sulco, sobre os toletes, para controle de *P. zaeae* em campo (Piracicaba, 2012).

Tratamento	Ativo	i.a./ha	Nº de <i>Pratylenchus zaeae</i>		
			0 DAP	60 DAP	90 DAP
			100 cm <sup>3</sup> de solo	50 g de raízes	
1	Testemunha	---	51,00	2754,30 b	4276,95 b
2	abamectina	75	46,00	2390,10 ab	1139,30 a
3	abamectina	100	54,00	969,45 ab	1020,30 a
4	abamectina	75	56,00	340,95 a	532,00 a
	carbofurano	1050			
5	abamectina	100	53,00	1694,05 ab	483,80 a
	carbofurano	1050			
6	abamectina	75	29,00	388,20 ab	372,10 a
	carbofurano	1400			
7	abamectina	100	34,50	1507,65 ab	341,30 a
	carbofurano	1400			
8	abamectina	75	18,25	558,65 ab	297,20 a
	carbofurano	1750			
9	abamectina	100	43,75	251,70 a	185,40 a
	carbofurano	1750			
10	carbofurano	1750	42,50	577,95 ab	155,75 a
Teste F			NS	*	*
CV(%)			11,51**	66,21**	77,01**

Significância dos valores de separação pelo Teste F: \* = 5% e NS = não significativo. Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente, pelo teste de Duncan a 5% de significância. \*\*Dados transformados em  $x + 1000$ . Todos os tratamentos receberam thiametoxam, fludioxonil, mefenoxan e azoxistrobin nas doses de 420, 15, 45 e 90 g / ha respectivamente.

Tabela 8. Produtividade em TCH (toneladas de cana-de-açúcar por hectare), Incremento de produtividade em relação ao tratamento testemunha (%) e açúcares totais recuperáveis (ATR), aos 420 dias após o plantio, em tratamentos de experimento para avaliação da eficácia agrônômica do nematicida abamectina (Avicta 500 FS<sup>®</sup>), em tratamento industrial de cana-de-açúcar sob tecnologia Plene<sup>™</sup>, com complementação ou não de carbofurano (Furadan 350 SC<sup>®</sup>), aplicado no sulco, sobre os toletes, para controle de *Pratylenchus zeae* em campo (Piracicaba, 2012).

Tratamento	Produto	i.a./ha	TCH	Incremento (%)	ATR (kg/t)
1	Testemunha	---	167,86 b	---	153,16
2	abamectina	75	205,20ab	+ 22,24	154,73
3	abamectina	100	198,40ab	+ 18,20	155,96
4	abamectina carbofurano	75 1050	212,03a	+ 26,31	154,09
5	abamectina carbofurano	100 1050	207,53ab	+ 23,63	144,82
6	abamectina carbofurano	75 1400	201,75ab	+ 20,19	147,79
7	abamectina carbofurano	100 1400	203,29ab	+ 21,11	154,18
8	abamectina carbofurano	75 1750	207,57ab	+ 23,65	152,47
9	abamectina carbofurano	100 1750	206,08ab	+ 22,77	148,54
10	carbofurano	1750	209,48ab	+ 24,80	155,77
			*	---	NS
CV(%)			12,74	---	4,81

Significância dos valores de separação pelo Teste F: \* = 5% e NS = não significativo. Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente, pelo teste de Duncan a 5% de significância. Todos os tratamentos receberam thiametoxam, fludioxonil, mefenoxan e azoxistrobin nas doses de 420, 15, 45, e 90 g / ha respectivamente.

Com relação à produtividade, as médias do segundo experimento, na Tabela 8, mostram que todos os tratamentos somaram incremento de produtividade em até 40 toneladas por hectare, mas somente o tratamento combinado com abamectina e carbofurano nas doses 75 e 1.050 g / ha, respectivamente, diferiu estatisticamente do tratamento-testemunha. Esses dados comprovam observações feitas por Dinardo-Miranda (1990), que constatou que a infestação de *P. zea* promoveu reduções significativas de produção. Embora não diferente estatisticamente, esses incrementos de produtividade corroboram os resultados obtidos por Halbrecht; James (2003), que afirmam que a utilização de controle químico é uma importante ferramenta para a manutenção produtiva em áreas infestadas.

Ainda na Tabela 8, os valores de ATR não proporcionaram diferença estatística entre os tratamentos. Os dados concordaram os resultados de Moura (1995), Barros, Moura e Pedrosa (2000) e Rosa, Moura e Pedrosa (2003).

## CONCLUSÃO

O ingrediente ativo abamectina nas doses entre 50 e 250 g / ha, carbofurano na dose de 1.750 g / ha e a combinação de 75 a 100 g / ha de abamectina com 1050 e 1750 g / ha de carbofurano controlaram a subpopulação de *P. zea* em cana-de-açúcar, aos 90 dias após o plantio, nas condições em que os experimentos foram realizados.

O controle da subpopulação de *P. zea*, utilizando-se a combinação dos nematicidas abamectina e carbofurano, nas doses de 75 e 1.050 g / ha, respectivamente, contribuiu para o incremento na produtividade da cana-de-açúcar.

## REFERÊNCIAS

ARAMAKI, P; LEUNBERGER, J. A.; NASCIMENTO, A. C.; SANTOS, J. G M. D. Method for growing sugarcane. **Patent Application Publication**. Pub No: US 2010/0257640 A1. Greensboro, 2010, 19 p.

BARKER, K. R.; CAMPBELL, C. L. Sampling nematode populations. In: ZUCKERMAN, B. M.; ROHDE, R. A. **Plant Parasitic Nematodes**, vol.3. New York: Academic Press. 1981. p.451-474.

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

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento de safra brasileira: cana-de-açúcar, primeiro levantamento, abril/2012 - **Companhia Nacional de Abastecimento**, Brasília : Conab 2012, 19p.

COOLEN, W. A.; D'HERDE, C. J. **A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue**. Ghent: State Agricultural Research Center, 1972. 77 p.

COOPERSUCAR - COOPERATIVA DOS PRODUTORES DE CANA, AÇÚCAR E ÁLCOOL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Proálcool: fundamentos e perspectivas**. São Paulo: COPERSUCAR, 1989, 121 p.

DINARDO MIRANDA, L. L. Nematoides e pragas de solo em cana-de-açúcar. In: **Encarte Do Informações Agronômicas**. Ribeirão Preto, 2005. Disponível em:<[http://www.potafos.org/ppiweb/brazil.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/7759ddc6878ca7eb83256d05004c6dd1/\\$FILE/Enc25-32-110.pdf](http://www.potafos.org/ppiweb/brazil.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/7759ddc6878ca7eb83256d05004c6dd1/$FILE/Enc25-32-110.pdf)>. Acesso em: 25 Nov. 2010.

DINARDO-MIRANDA, L. L. Manejo de nematoides e pragas de solo em cana-de-açúcar. In: CAMPOS, A. P.; VALE, D. W.; ARAÚJO, E. S.; CORRADI, M. M.; YAMAUTI, M. S.; FERNANDES, O. A.; FREITAS. S. Manejo integrado de pragas. Jaboticabal: FUNEP, 2006. p.59-80.

DINARDO MIRANDA, L. L. **Patogenicidade de *Pratylenchus brachyurus* e *P. zeae* (Nemata, Pratylenchidae) a duas variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.)**. 1990. 51 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1990.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; FERRAZ, L.C.C.B. Patogenicidade de *Pratylenchus brachyurus* e *Pratylenchus zeae* a duas variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.). **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 15, n. 1, p. 9-16, 1991.

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

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 zeae*. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v.20, p.52-58, 1996.

DROPKIN, V. H.; NELSON, P. E. The histopathology of root-knot nematode infections in soybeans. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 50, p. 442-447, 1960.

EISENBACK, J. D.; HIRSCHMANN, H.; SASSER, J. N.; TRIANTAPHYLLOU, A. C. **A guide to the four most common species of root-knot nematodes (*Meloidogyne* species) with a pictorial key**. Raleigh: The Departments of Plant Pathology and Genetics of North Carolina State University and United States Agency for International Development, 1981. 48 p.

FASKER, T. R.; STAR, J. L. Sensitivity of *Meloidogyne incognita* and *Rotylenchulus reniformis* to abamectin. **Journal of Nematology**, Lakeland, v.38, n.2, p.240-244, 2006.

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.

GONZAGA, V. **Caracterização morfológica, morfométrica e multiplicação in vitro das seis espécies mais comuns de *Pratylenchus* Filijev, 1936 que ocorrem no Brasil**. 2006. 78f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2006.

GOODELL, P.; FERRIS, H. Plant-parasitic Nematode Distributions in an Alfafa Field. **Journal of Nematology**, DeLeon Springs, v.12, p.136-141, 1980.

HALBRENT, J. M.; JAMES, A. L. M. **Crop rotation and other cultural practices**. In: Chen, Z. X.; Chen, S. Y.; Dick, W. (Eds.). *Nematology advances and perspectives – nematode management and utilization*. Beijing: CABI Publishing, 2003. p.909-930.

JENKINS, W. R. A rapid centrifugal flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Reporter**, St. Paul, v.48, n.1, p.692, 1964.

JMP® Statistical Discovery Software In: **Fact Sheet**. Carolina do Norte – US, 2013. Disponível em:< [http://www.jmp.com/software/jmp10/pdf/jmp10\\_fact\\_sheet.pdf](http://www.jmp.com/software/jmp10/pdf/jmp10_fact_sheet.pdf)>. Acesso em: 02 Jan. 2013.

MOURA, R. M. Controle integrado de nematoides a cana-de-açúcar no Nordeste do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 25, 2005, Piracicaba. **Anais**, p. 49-55.

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, n. 1, p. 67-73, 2009.

NOVARETTI, W. R. T. **Controle de *Meloidogyne incognita* e *Pratylenchus zae* (Nemata: *Tylenchoidea*) em cana-de-açúcar com nematicidas, associados ou não à matéria orgânica**. 1997. 51 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.

MOURA, R. M. Dois anos de rotação de cultura em campos de cana-de-açúcar para controle da meloidoginose. 2. Considerações sobre o método e reflexos na produtividade agro-industrial da cana planta. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.20, p.597-600, 1995.

NOVARETTI, W. R. T.; REIS, A. M. Influência do método de aplicação de nematicidas no controle de *Pratylenchus zae* em soqueiras de cana-de-açúcar e definição dos níveis de dano e de controle. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 33, n.1, p. 83-89, 2009.

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

SASSER, J. N.; FRECKMAN, D. W. A world perspective on nematology: The role of the society. In: Veech, A. J.; Dickson, W. D. **Vistas on nematology**, DeLeon Springs, Fl: Society of Nematologists Inc., 1987. p. 7-14.

SILVA, M. A.; PINCELLI, R. P.; DINARDO-MIRANDA, L. L. Efeito da aplicação de nematicidas em soqueira de cana-de-açúcar, em diferentes épocas, sobre a população de *Pratylenchus zae* e atributos biométricos e tecnológicos da cultura. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 1, p. 29-34, 2006.

TAYLOR, A. L.; NETSCHER, C. An improved technique for preparing perineal patterns of *Meloidogyne* spp.. **Nematologica**, Leiden, v.20, p.268-269, 1974.

TIHOHOD, D. Principias fitonematoides de importância para as culturas econômicas no Brasil. O gênero *Pratylenchus*: nematóide das lesões radiculares. In: **Nematologia Agrícola Aplicada**. 2 ed. Jaboticabal: Fapesp. 2000. p. 388-392.