

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**AGRESSIVIDADE COMPARADA DE *Pratylenchus
brachyurus* COM *P. zae* E EFICÁCIA DE MÉTODOS DE
CONTROLE DE NEMATOIDES EM CANA-DE-AÇÚCAR**

Bruno Flávio Figueiredo Barbosa

Engenheiro Agrônomo

JABOTICABAL - SÃO PAULO - BRASIL

Fevereiro de 2012

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**AGRESSIVIDADE COMPARADA DE *Pratylenchus brachyurus*
COM *P. zae* E EFICÁCIA DE MÉTODOS DE CONTROLE DE
NEMATOIDES EM CANA-DE-AÇÚCAR**

Bruno Flávio Figueiredo Barbosa

Orientador: Prof. Dr. Pedro Luiz Martins Soares

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Câmpus de Jaboticabal, para a obtenção do título de Doutor em Agronomia (Produção Vegetal).

JABOTICABAL - SÃO PAULO - BRASIL

Fevereiro de 2012

Barbosa, Bruno Flávio Figueiredo
B238a Agressividade comparada de *Pratylenchus brachyurus* e *P. zaeae* e
eficácia de métodos de controle de nematoides em cana-de-açúcar /
Bruno Flávio Figueiredo Barbosa. -- Jaboticabal, 2012
xiv, 120 f.: il.; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias, 2012

Orientador: Pedro Luiz Martins Soares

Banca examinadora: Marineide Mendonça Aguilera, Elvira Maria
Régis Pedrosa, Arlindo Leal Boiça Júnior, Miguel Ângelo Mutton,
Bibliografia

1. controle biológico. 2. espécies-chave. 3. formulação. 4.
Helicotylenchus dihystra. 5. nematoides das lesões radiculares. 6.
nematoides de galha. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências
Agrárias e Veterinárias.

CDU 632.937:633.61

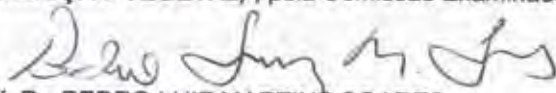
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: AGRESSIVIDADE COMPARADA DE *Pratylenchus brachyurus* COM *P. zaei* E EFICÁCIA DE MÉTODOS DE CONTROLE DE NEMATÓIDES EM CANA-DE-AÇÚCAR

AUTOR: BRUNO FLÁVIO FIGUEIREDO BARBOSA

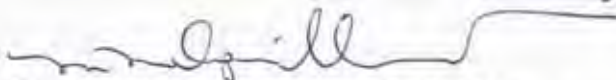
ORIENTADOR: Prof. Dr. PEDRO LUIZ MARTINS SOARES

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR EM AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL), pela Comissão Examinadora:



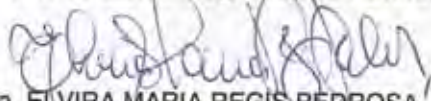
Prof. Dr. PEDRO LUIZ MARTINS SOARES

Departamento de Fitossanidade / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal



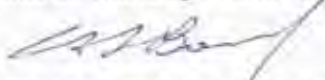
Prof. Dra. MARINEIDE MENDONÇA AGUILLERA

Departamento de Biotecnologia Vegetal / Universidade Federal de São Carlos



Prof. Dra. ELVIRA MARIA REGIS PEDROSA

Departamento de Tecnologia Rural / Universidade Federal Rural de Pernambuco / Recife/PE



Prof. Dr. ARLINDO LEAL BOICA JUNIOR

Departamento de Fitossanidade / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal



Prof. Dr. MIGUEL ANGELO MUTTON

Departamento de Produção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Data da realização: 27 de fevereiro de 2012.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

BRUNO FLÁVIO FIGUEIREDO BARBOSA – Nascido em 08 de março de 1981, em Ituverava – SP. Foi bolsista de Monitoria no Dpto. de Fitossanidade, Laboratório de Nematologia, onde estagiou de março de 2002 até março de 2006, participando de trabalhos e desenvolvendo-os nas áreas de controle biológico, químico e avaliações de resistência de plantas a nematoides. De março de 2004 a março de 2005, estagiou também no Laboratório de Fitopatologia, onde participou de trabalhos com doenças, como o *Colletotrichum gossypii* no algodão; *Puccinia arachidis* no amendoim; rubelose, leprose, e greening no citrus e desenvolveu-os. Os estudos realizados com citros ocorreram na fazenda Cambuy Agrícola, Matão, SP. Desenvolveu o trabalho de graduação com fungos nematófagos: AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO MICELIAL E ESPORULAÇÃO DE *Paecilomyces lilacinus* E *Dactylella* sp. EM DIFERENTES MEIOS DE CULTURA. graduou-se em Agronomia em fevereiro de 2005 e obteve título de Mestre em Entomologia Agrícola, com ênfase em Nematologia Agrícola em fevereiro de 2008, ambos pela Universidade Estadual Paulista – UNESP/Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal – SP. Desenvolveu dissertação de Mestrado intitulada: ESTUDO DAS INTER-RELAÇÕES PATÓGENO-HOSPEDEIRO DE *Meloidogyne incognita* (KOFOID & WHITE) CHITWOOD, *M. javanica* (TREUB) CHITWOOD E *Pratylenchus brachyurus* (GODFREY) FILIPJEV & SCHUURMANS STEKHOVEN EM CANA-DE-AÇÚCAR, ambos sob orientação do Prof. Dr. Jaime Maia dos Santos. Em 2005 recebeu o prêmio "Vitória Rossetti" do melhor trabalho do XXVIII Congresso Paulista de Fitopatologia, Grupo Paulista de Fitopatologia. Ganhou dois prêmios em 2009, durante "2nd International Congress of Tropical Nematology". Um deles, concedido pela Sociedade Brasileira de Nematologia, foi o "Segundo lugar do Prêmio Dimytri Tihohod - Pós-graduação" e o outro foi o "Terceiro lugar do ONTA Student Poster Competition" concedido pela sociedade internacional Organization of Nematologists of Tropical America. Ambas premiações foram relativas a alguns resultados relatados no capítulo 2 da presente tese. Em 2010, foi finalista do 3º Biobusiness Brasil - Criação de Novos Negócios em Biotecnologia e Saúde, organizado pelas entidades FIPASE-Fundação Instituto Pólo Avançado da Saúde e SUPERA-Incubadora de Empresas.

Sou um homem muito abençoado, e quanto mais
trabalho, mais bênçãos recebo....

Dedico

À minha esposa Teresa Cristina Artoni Barbosa, que me apóia, acompanha e auxilia-me nas atividades que tenho desenvolvido durante todo o tempo que estamos juntos, e ao meu filho Bruno Vinicius Artoni Barbosa que só me traz alegrias, a cada pequeno gesto, seja apenas um sorriso ou mais um passo em seu aprendizado. Eu amo vocês demais!

Ofereço

Aos meus pais, Mirtes Inês Figueiredo e Geraldo Caetano Barbosa Filho por me criar e educar de forma que eu pudesse alcançar meus objetivos. Aos meus sobrinhos João Ricardo, Vitor e Suelen, minha irmã Bethânia e meu irmão Marcos por todas as vezes que compartilharam, ajudando ou presenciando os momentos mais importantes da minha vida. Eu amo vocês.

Aos Professores Jaime Maia dos Santos e Pedro Luiz Martins Soares por todo o apoio à execução da tese. Aos meus tios José Carlos Barbosa e Aparecida de Lourdes Pires Barbosa; Sebastião Frizzo (in memoriam) e Tereza de Castro Figueiredo Frizzo, pelo enorme apoio durante toda a minha graduação. Ofereço também à minha sogra Sueli Aparecida Milanês e ao meu sogro James Alberto Artoni, meus cunhados Chico e Alex, minhas cunhadas Alessandra e Kátia.

AGRADECIMENTOS

Agradeço acima de tudo a DEUS, pelas inúmeras formas de demonstração de AMOR por mim, presenteando-me com minha família maravilhosa que ganhou mais um integrante cerca de um ano e cinco meses, meus amorosos parentes e meus excelentes amigos.

À minha esposa Teresa, por todo o apoio e dedicação durante a execução do presente trabalho.

A meu filho Bruno Vinicius por me dar alegria e mais um bom motivo para me esforçar. Ao professor e grande amigo Jaime Maia, por todo o apoio, atenção e conhecimentos doados a mim e aos outros orientados, a fim de proporcionar a melhor resposta para nossas dúvidas. Agradeço também por todo o período em que foi meu orientador para o presente trabalho de tese.

Ao meu tio José Carlos (Zito), que, desde o começo do curso, sempre me apoiou e orientou todas as vezes que precisei dele, inclusive na elaboração das análises estatísticas deste e de outros trabalhos. Agradeço-o ainda por todo empenho e cuidado, me ajudando também nas questões de cunho pessoal.

Ao amigo e orientador Prof. Pedro por todos os conhecimentos que adquiri trabalhando com ele, bem como o empenho em me ajudar com as correções do trabalho, me amparando e acolhendo como seu orientado neste turbulento período de conclusão da tese.

Aos amigos da empresa Agrolatino, representados pelos senhores Nilson, Stocco e Guto, por todo o auxílio oferecido à execução e condução dos experimentos da tese e pela confiança em mim depositada.

Aos amigos da Usina São Martinho, principalmente aos lotados no Departamento de Qualidade Agrícola, representados pelo Marcos Macari (Marquinhos) e todos os inúmeros funcionários que se dedicaram apoiando e fornecendo material necessário para a execução do experimento que gerou o capítulo 2 da presente tese. Ao amigo Vilmar Gonzaga, pelos conhecimentos e sugestões gentilmente cedidos, que colaboraram com a execução do referido experimento.

Aos amigos do Colégio Técnico Agrícola Luís Fernando, Marcelo e Pedro, aos amigos do Laboratório de Nematologia Anderson Ruas, Rafael Bernal pela colaboração na execução do trabalho.

Aos amigos André, Valmir, Vanessa, Samira, Eduardo, Elder, Paulo e Sandra pela preocupação e boa vontade em opinar todas as vezes que foram solicitados.

Ao Prof. Vitório Barato Neto, da Faculdade São Luís de Jaboticabal pela revisão ortográfica do texto.

Ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Departamento de Fitossanidade e ao Laboratório de Nematologia da UNESP/FCAV pelo suporte físico e intelectual necessário à realização deste trabalho.

A todos que de maneira direta ou indireta auxiliaram na execução do trabalho.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	iv
LISTA DE FIGURAS.....	vi
RESUMO.....	xiii
SUMMARY.....	xiv
CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
Referências.....	10
CAPÍTULO 2 - Agressividade de <i>P. brachyurus</i> à variedade CTC2 de cana-de-açúcar, comparada ao do nematoide-chave <i>P. zaeae</i>	19
Resumo.....	19
Introdução.....	20
Materiais e Métodos.....	22
Multiplicação in vitro de <i>Pratylenchus brachyurus</i> e <i>P. zaeae</i>	23
Plantio e condução do experimento.....	23
Preparo do inóculo e inoculação.....	23

	Página
Avaliações do experimento.....	24
Resultados e Discussão.....	26
Efeito da inoculação em níveis crescentes de <i>Pratylenchus brachyurus</i> e <i>P. zae</i> sobre a flutuação populacional destas espécies de nematoide.....	26
Efeito da inoculação em níveis crescentes de <i>Pratylenchus brachyurus</i> e <i>P. zae</i> sobre variáveis biométricas e quantitativas.....	38
Conclusões.....	51
Referências.....	51
 CAPÍTULO 3 – CONTROLES ORGÂNICO, BIOLÓGICO, ECOLÓGICO E QUÍMICO DE <i>Meloidogyne javanica</i> (TREUB) CHITWOOD NA VARIEDADE RB855453 DE CANA-DE-AÇÚCAR, EM VASOS, A CÉU ABERTO.....	 56
Resumo.....	56
Introdução.....	57
Materiais e Métodos.....	58
Preparo do inóculo e inoculação em berinjela para infestação do solo.....	59
Avaliações do experimento.....	62
Resultados e Discussão.....	64

Efeito dos tratamentos sobre variáveis biométricas, quantitativas e nematológicas, respectivamente.....	64
Conclusões.....	86
Referências.....	87
CAPÍTULO 4 - EFICÁCIA DO CONTROLE DE NEMATOIDES EM CANA DE AÇÚCAR COM PRODUTOS ORGÂNICOS E/OU BIOLÓGICOS COMPARADOS AO QUÍMICO, À CAMPO.....	91
Resumo.....	91
Introdução.....	92
Materiais e Métodos.....	93
Avaliações do experimento.....	96
Resultados e Discussão.....	99
Efeito dos tratamentos sobre variáveis nematológicas, biométricas e quantitativas.....	99
Conclusões.....	112
Referências.....	112

LISTA DE TABELAS

		Página
	CAPÍTULO 2 - Agressividade de <i>P. brachyurus</i> à variedade CTC2 de cana-de-açúcar, comparada ao do nematoide-chave <i>P. zaeae</i>	19
1	Análise de variância da população de <i>Pratylenchus brachyurus</i> , inoculado em níveis crescentes na variedade CTC 2 de cana-de-açúcar (20/10/2007), em cinco períodos de avaliação (Pradópolis, SP).....	27
2	Análise de variância da população de <i>Pratylenchus zaeae</i> inoculado em níveis crescentes na variedade CTC 2 de cana-de-açúcar (20/10/2007), em cinco períodos de avaliação (Pradópolis, SP).	32
3	Fator de Reprodução de <i>Pratylenchus brachyurus</i> e <i>P. zaeae</i> , aos 120 e 300 dias após a inoculação dos nematoides, em relação a cinco níveis crescentes de inóculo, na variedade CTC 2 de cana-de-açúcar (Pradópolis, SP).....	36
4	Análise de variância para o número perfilhos, internódios e colmos industrializáveis em plantas de cana-de-açúcar da variedade CTC 2, inoculadas com níveis crescentes de <i>Pratylenchus brachyurus</i> ou <i>P. zaeae</i> e sem inoculação. Pradópolis, 20 de outubro de 2008.....	38
5	Desdobramento da interação entre <i>Pratylenchus brachyurus</i> x <i>P. zaeae</i> em seus respectivos níveis de inóculo inicial para o número de internódios presente. Pradópolis, 20 de outubro de 2008.....	38
6	Análise de variância para o diâmetro dos colmos no 3º nó, comprimento do colmo até a inserção da folha +1 e o volume estimado do colmo em plantas da variedade CTC 2, inoculadas com níveis crescentes de <i>Pratylenchus brachyurus</i> ou <i>P. zaeae</i> e sem inoculação. Pradópolis, 20 de outubro de 2008.....	39

7	Análise de variância para as variáveis tecnológicas relativas aos colmos de plantas da variedade CTC 2, inoculadas com níveis crescentes de <i>Pratylenchus brachyurus</i> ou <i>P. zae</i> e sem inoculação. Pradópolis, 20 de outubro de 2008.....	44
---	--	----

LISTA DE FIGURAS

		Página
	CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
1	Área com a cultura de cana-de-açúcar no primeiro ano de cultivo, com plantas nanicas e secas devido à alta infecção das raízes com <i>Pratylenchus zaeae</i> no município de Pontalinda, SP.....	2
	CAPÍTULO 2 - Agressividade de <i>P. brachyurus</i> à variedade CTC2 de cana-de-açúcar, comparada ao do nematoide-chave <i>P. zaeae</i>	19
1	Aspecto de uma unidade experimental por ocasião do corte, ao final do experimento. Usina São Martinho, Pradópolis, SP.....	25
2	Inter-relação entre níveis de inóculo inicial e a população de <i>Pratylenchus brachyurus</i> na terra cultivada com cana-de-açúcar, da variedade CTC2, no decorrer de um ano. A) Efeito de níveis crescentes de inóculo inicial em cinco períodos de avaliação. Eixo x com níveis de inóculo inicial transformados em Log. B) Flutuação populacional no decorrer de um ano para os diferentes níveis de inóculo. Médias transformadas em log (x +5) para análise de regressão.....	29
3	Inter-relação entre níveis de inóculo inicial e a população de <i>Pratylenchus brachyurus</i> nas raízes de cana-de-açúcar, variedade CTC2, no decorrer de um ano. A) Efeito de níveis crescentes de inóculo inicial em cinco períodos de avaliação. Eixo x com níveis de inóculo inicial transformados em Log. B) Flutuação populacional no decorrer de um ano para os diferentes níveis de inóculo. Médias transformadas em log (x +5) para análise de regressão.....	31

4	Inter-relação entre níveis de inóculo inicial e a população de <i>Pratylenchus zae</i> na terra cultivada com cana-de-açúcar, da variedade CTC2, no decorrer de um ano. A) Efeito de níveis crescentes de inóculo inicial em cinco períodos de avaliação. Eixo x com níveis de inóculo inicial transformados em Log. B) Flutuação populacional no decorrer de um ano para os diferentes níveis de inóculo. Médias transformadas em log (x +5) para análise de regressão.....	34
5	Inter-relação entre níveis de inóculo inicial e a população de <i>Pratylenchus zae</i> nas raízes de cana-de-açúcar da variedade CTC2 no decorrer de um ano. A) Efeito de níveis crescentes de inóculo inicial em cinco períodos de avaliação. Eixo x com níveis de inóculo inicial transformados em Log. B) Flutuação populacional no decorrer de um ano para os diferentes níveis de inóculo. Médias transformadas em log.(x+5) para análise de regressão. Pradópolis, SP.....	37
6	Efeito comparativo da inoculação em níveis crescentes de <i>Pratylenchus brachyurus</i> (PB) e <i>P. zae</i> (PZ), representados pela cor preta e vermelha, respectivamente, sobre variáveis biométricas. A) Diâmetro, B) Comprimento, C) Número de internódios e D) Volume estimado dos colmos de cana-de-açúcar da variedade CTC 2. Eixo x com níveis de inóculo inicial transformados em Log. Médias transformadas em log (x +5) para análise de regressão. Pradópolis, SP, 20 de outubro de 2008.....	41
6 (continuação)	Efeito comparativo da inoculação em níveis crescentes de <i>Pratylenchus brachyurus</i> (PB) e <i>P. zae</i> (PZ), representados pela cor preta e vermelha, respectivamente, sobre variáveis biométricas. A) Diâmetro, B) Comprimento, C) Número de internódios e D) Volume estimado dos colmos de cana-de-açúcar da variedade CTC 2. Eixo x com níveis de inóculo inicial transformados em Log. Médias transformadas em log (x +5) para análise de regressão. Pradópolis, SP, 20 de outubro de 2008.....	42

7	Efeito comparativo da inoculação em níveis crescentes de <i>Pratylenchus brachyurus</i> (PB) e <i>P. zaeae</i> (PZ), representados pela cor preta e vermelha, respectivamente, sobre as variáveis A) açúcares totais redutores (ATR) e B) Percentual de sólidos solúveis totais (Brix%), do caldo extraído de colmos de cana-de-açúcar da variedade CTC2. Pradópolis, 20 de outubro de 2008.....	47
8	Efeito comparativo da inoculação em níveis crescentes de <i>Pratylenchus brachyurus</i> (PB) e <i>P. zaeae</i> (PZ), representados pela cor preta e vermelha, respectivamente, sobre as variáveis tecnológicas A) Percentual da massa de sacarose aparente (PC%) e B) Pureza ou porcentagem de sacarose em relação ao de sólidos solúveis totais do caldo extraído dos colmos de colmos de cana-de-açúcar da variedade CTC2. Pradópolis, 20 de outubro de 2008.....	48
9	Aspecto visual dos tratamentos na variedade de cana-de-açúcar CTC2. Testemunha (T0), <i>Pratylenchus brachyurus</i> (N1) e <i>P. zaeae</i> (N2) inoculadas com 10.000 espécimes/planta. Pradópolis, 20 de outubro de 2008.....	50
CAPÍTULO 3 – CONTROLES ORGÂNICO, BIOLÓGICO, ECOLÓGICO E QUÍMICO DE <i>Meloidogyne javanica</i> (TREUB) CHITWOOD NA VARIEDADE RB855453 DE CANA-DE-AÇÚCAR, EM VASOS, A CÉU ABERTO.....		56
1	Visão geral do experimento e disposição do Delineamento em Blocos Casualizados.....	59
2	Aspecto das raízes de cana-de-açúcar provenientes de vasos infestados por <i>Meloidogyne javanica</i> , durante o desbaste realizado 30 dias após o plantio dos minitoletes.....	60
3	Inserção da última bainha visível e base da folha +1.....	64

4	Diâmetro do coleto das plantas da variedade de cana-de-açúcar RB855453, 60 dias após a aplicação dos tratamentos. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. *Diferença estatística a 5% de probabilidade.	67
5	Comprimento do coleto das plantas até a inserção da última bainha visível (folha + 1) da variedade de cana-de-açúcar RB855453, 60 dias após a aplicação dos tratamentos. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. **Diferença estatística a 1% de probabilidade.....	68
6	Volume do coleto das plantas da variedade de cana-de-açúcar RB855453, 60 dias após a aplicação dos tratamentos. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. **Diferença estatística a 1% de probabilidade.	69
7	Diâmetro médio no 3º entrenó dos colmos das plantas da variedade de cana-de-açúcar RB855453, 360 dias após a aplicação dos tratamentos. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. *Diferença estatística a 5% de probabilidade. Dados originais transformados em $\log(x+5)$ para a análise estatística.....	72
8	Comprimento médio dos colmos até a inserção da folha +1 nas plantas da variedade de cana-de-açúcar RB855453, 360 dias após a aplicação dos tratamentos. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. ^{NS} Diferença não significativa. Dados originais transformados em $\log(x+5)$ para a análise estatística.....	73
9	Volume médio dos colmos das plantas da variedade de cana-de-açúcar RB855453, 360 dias após a aplicação dos tratamentos. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.*Diferença estatística a 5% de probabilidade. Dados originais transformados em $\log(x+5)$ para a análise estatística.	74

10	Número de colmos industrializáveis de cana-de-açúcar da variedade RB855453 por parcela, 360 dias após os tratamentos. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. **Diferença estatística a 1% de probabilidade. Dados originais transformados em $\log(x+5)$ para a análise estatística.....	75
11	Valor médio da Massa de Matéria Fresca das Raízes de cana-de-açúcar da variedade RB855453, 360 dias após os tratamentos. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. **Diferença estatística a 1% de probabilidade. Dados originais transformados em $\log(x+5)$ para a análise estatística.....	78
12	Aspecto de toda a massa de raízes e solo contido em um vaso de 100 L, 360 dias após a aplicação dos tratamentos....	79
13	Valor médio da Massa de Matéria Fresca dos colmos de cana-de-açúcar da variedade RB855453, 360 dias após os tratamentos. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. *Diferença estatística a 5% de probabilidade. Dados originais transformados em $\log(x+5)$ para a análise estatística.....	82
14	Massa de Matéria Fresca das pontas dos colmos de cana-de-açúcar da variedade RB855453, 360 dias após os tratamentos. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. **Diferença estatística a 1% de probabilidade. Dados originais transformados em $\log(x+5)$ para a análise estatística.....	83
15	Análise de Regressão do número de ovos e juvenis de segundo estágio de <i>Meloidogyne javanica</i> em 100 cm ³ de terra cultivada com a variedade RB855453 de cana-de-açúcar, aos 60, 120, 180, 240, 300 e 360 dias após a aplicação dos tratamentos. **Diferença estatística a 1% de probabilidade. *Diferença estatística a 5% de probabilidade. Dados transformados em $\log(x+5)$. ⁽¹⁾ Dados na escala original.....	84

16	Análise de Regressão do número de ovos e juvenis de segundo estágio de <i>Meloidogyne javanica</i> em 10 gramas de raízes da variedade RB855453 de cana-de-açúcar, aos 60, 120, 180, 240, 300 e 360 dias após a aplicação dos tratamentos. **Diferença estatística a 1% de probabilidade. Dados transformados em $\log(x+5)$ para a análise estatística. ⁽¹⁾ Dados na escala original.....	85
CAPÍTULO 4 - EFICÁCIA DO CONTROLE DE NEMATÓIDES EM CANA DE AÇÚCAR COM PRODUTOS ORGÂNICOS E/OU BIOLÓGICOS COMPARADOS AO QUÍMICO, À CAMPO.....		91
1	Feixe de cana-de-açúcar devidamente amarrado por duas cordas presas no suporte fixado ao dinamômetro com auxílio de ganchos. Dinamômetro acoplado ao suporte superior das garras de uma colhedora articulada por sistema hidráulico em um veículo automotriz.....	98
2	Representação da coleta das amostras de solo e raízes, em cada parcela, a campo.....	99
3	Médias da população de <i>Pratylenchus zae</i> presente em 10 gramas de raízes, em 6 períodos de avaliações, entre o 4º e o 5º corte da cultura (Pacaembú, SP). Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.....	101
4	Médias da população de <i>Meloidogyne javanica</i> presente em amostras de 100 cm ³ de solo, em 6 períodos de avaliações, entre o 4º e o 5º corte da cultura (Pacaembú, SP). Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.....	102

5	Médias para a população de <i>Meloidogyne javanica</i> presente em 10 gramas de raízes, nos períodos de avaliação: 60, 120, 180, 240, 300, 360 dias após a instalação do experimento, entre o 4º e o 5º corte da cultura (Pacaembú, SP). Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.....	103
6	Médias para a população de <i>Trichodorus</i> sp. e de <i>Paratrichodorus</i> sp. presentes em 100 cm ³ de solo, nos períodos de avaliação: 60, 120, 180, 240, 300, 360 dias após a instalação do experimento, entre o 4º e o 5º corte da cultura (Pacaembú, SP). Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.....	106
7	Médias dos valores da massa fresca dos colmos sem ponta (Mg.ha ⁻¹) relativo ao 5º corte da variedade de cana-de-açúcar RB865547, cujos tratamentos ocorreram imediatamente após o 4º corte (Pacaembú, SP). As letras diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.....	107
8	Vista frontal de duas parcelas, uma relativa à Testemunha e outra do tratamento com a formulação dos Fungos Nematófagos no produto Agrolmin Nitro 10:0:10 (300 L.ha ⁻¹), antes da colheita do 5º corte da cultura (Pacaembú, SP).....	108
9	Médias da população de <i>Meloidogyne javanica</i> presente em 10 gramas de raízes em relação à análise prévia, considerando-se os seis períodos de avaliação. Letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.....	110

AGRESSIVIDADE COMPARADA DE *Pratylenchus brachyurus* COM *P. zaeae* E EFICÁCIA DE MÉTODOS DE CONTROLE DE NEMATOIDES EM CANA-DE-AÇÚCAR

RESUMO - *Pratylenchus zaeae*, *Meloidogyne javanica* e *M. incognita* são nematoides-chave na cana-de-açúcar, no Brasil, mas *P. brachyurus* também é frequentemente encontrado. Três experimentos foram conduzidos para o estudo. No primeiro, comparou-se a agressividade de *P. brachyurus* e *P. zaeae* a cultura. No segundo e no terceiro, buscaram-se alternativas de controle. O primeiro e o segundo experimentos foram em vasos de 100 L, a céu aberto e o terceiro em soqueira de quarto a quinto cortes. No primeiro foram inoculados 10, 100, 1.000, 10.000 e 100.000 espécimes/planta, isoladamente. No segundo foram testados Agrolmin® (ácidos húmicos e fúlvicos extraídos de turfa), Agrolmin + Fungos nematófagos (FN), *Pochonia chlamydosporia*, FN, *Helicotylenchus dihystera*, Carbofurano e Testemunha sem e com nematoides. No terceiro, testaram-se: Agrolmin 10:0:10 [Agrolmin Nitro (300 L.ha⁻¹)], Agrolmin Nitro (600 L.ha⁻¹), FN (0,5 L.m linear⁻¹), FN (1 L.m linear⁻¹), Formulação de FN (FFN) no Agrolmin Nitro (300 L.ha⁻¹), FFN no Agrolmin Nitro (600 L.ha⁻¹), Carbofurano (6 L.ha⁻¹) e a Testemunha. Nos três experimentos foi avaliada a dinâmica da população das pragas e avaliações biométricas e quantitativas das plantas, ao final. Observou-se que a variedade CTC2 é suscetível à *P. zaeae* e intolerante à *P. brachyurus*, que foi mais agressivo. Os FN incrementaram a produtividade, principalmente quando associados ao Agrolmin. O parasitismo de *H. dihystera* reduziu o de *M. javanica*, mas causou danos à cultura. A FFN no Agrolmin Nitro (300 L.ha⁻¹) reduziu as populações de *P. zaeae* e de *M. javanica* e elevou a produtividade em 14,6 Mg.ha⁻¹, em relação a testemunha.

Palavras-chave: controle biológico, espécies-chave, formulação, *Helicotylenchus dihystera*, nematoides das lesões radiculares, nematoides de galha

COMPARATIVE AGGRESSIVENESS OF *Pratylenchus brachyurus* TO *P. zaeae* AND EFFICACY OF NEMATODE CONTROL METHODS IN SUGARCANE

SUMMARY - *Pratylenchus zaeae*, *Meloidogyne javanica* and *M. incognita* are the key nematodes in sugar cane in Brazil, but *P. brachyurus* is also frequently found. Three experiments were conducted. In the first one, the aggressiveness of *P. brachyurus* and *P. zaeae* to the crop was compared. In the second and third ones alternatives for the control were sought. The first and second experiments were carried out in 100 L pots, in open area and, the third experiment in ratoon of fourth to fifth cropping. In the first one levels of 10, 100, 1,000, 10,000 and 100,000 specimens/plant were inoculated, individually. In the second one it was tested Agrolmin® (humic and fulvic acids extracted from peat), Agrolmin plus nematophagous fungi (FN), *Pochonia chlamydosporia*, FN, *Helicotylenchus dihystera*, Carbofuran and the Control with and without nematodes. In the third experiment were tested: Agrolmin 10:0:10 [Agrolmin Nitro (300 L.ha⁻¹)], Agrolmin Nitro (600 L.ha⁻¹), FN (0.5 L.m linear⁻¹), FN (1 L.m linear⁻¹) Formulation of FN (FFN) in Agrolmin Nitro (300 L.ha⁻¹), FFN in Agrolmin Nitro (600 L.ha⁻¹), Carbofuran (6 L.ha⁻¹) and Control. In the three experiments it was analyzed the population dynamics of the nematodes as well biometric and quantitative assessments of the plants at the end. It was observed that the variety CTC2 is susceptible to *P. zaeae* and intolerant to *P. brachyurus* which was more aggressive. The FN increased productivity, especially when associated with Agrolmin. The parasitism of *H. dihystera* reduced *M. javanica* population, but caused damage to the crop. The FFN in Agrolmin Nitro (300 L.ha⁻¹) reduced populations of *P. zaeae* and *M. javanica* and increased productivity by 14.6 Mg.ha⁻¹, compared to control.

Keywords: biological control, key species, formulation, *Helicotylenchus dihystera*, root lesion nematodes, root-knot nematodes

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

Os nematoides são fitoparasitas que desde a época do Brasil Império vêm sendo relatados como causadores de doença em nossas culturas (GOELDI, 1892). Desde então, cada vez mais estudos são realizados e a importância destes vermes fica ainda mais evidente. No Brasil, as condições tropicais, o cultivo intensivo e a sucessão de culturas hospedeiras têm favorecido e causado grandes perdas na produtividade das diferentes culturas, principalmente em áreas onde não são utilizadas práticas de manejo e/ou medidas de controle capazes de interromper o ciclo de vida dos nematoides. A longevidade do ciclo da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp. L.) favorece a multiplicação dos nematoides associados à cultura, e os danos à produtividade tendem a crescer em anos mais quentes e com pluviosidade melhor distribuída (CASTILHO & VOVLAS, 2007). Com efeito, 275 espécies de 48 gêneros já foram registradas, associadas a essa cultura, sendo os ectoparasitos os mais freqüentes (NOVARETTI et al., 1974; MOURA & ALMEIDA, 1981; MAQBOOL & HASHMIN, 1987). *Pratylenchus zae* Graham 1951, *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood 1949 e *M. incognita* (Kofoid & White) Chitwood 1949 são consideradas, atualmente, as espécies-chave na cultura da cana-de-açúcar no Brasil (CADET & SPAUL, 2005). Estão amplamente distribuídas no País e causam severos danos às raízes da cana e à produtividade da cultura. SASSER & FRECKMAN (1987) estimaram 15,3% de perdas mundiais à cana-de-açúcar atribuídas as nematoses.

Mesmo quando a cultura da cana é rotacionada, a cultura subsequente não deve ser suscetível aos principais nematoides patogênicos à cana, a fim de se evitar quedas acentuadas na produtividade tanto da cana quanto da cultura utilizada na rotação. A Figura 1 ilustra uma área de plantas de cana-de-açúcar com nanismo e secamento, com alta infecção das raízes com *P. zae* associado a um período de veranico de 3 a 4 meses sem chuva no Município de Pontalinda (microrregião de Jales), SP. A referida área estava sob cultivo de pastagem *Brachiaria* sp. (Trin.) Griseb., degradada, que foi substituída pelo plantio de cana-de-açúcar. A produtividade média foi de apenas 12

Mg.ha⁻¹ no primeiro corte. Segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento, 2011, (CONAB), a produtividade média de cana-de-açúcar na safra 2010/11 foi de aproximadamente 77 Mg.ha⁻¹. Portanto, se compararmos a produtividade média da área com a da CONAB, a perda foi de aproximadamente 86%. Casos como este, são bastante comuns não só na cana-de-açúcar como em diversas outras culturas. O levantamento prévio das espécies de nematoide presentes e respectiva infestação são de vital importância na tomada de decisão por práticas eficientes de manejo. O manejo sustentável das culturas em geral, deve contar com várias e oportunas intervenções, sejam elas de controle químico ou biológico, rotação de culturas com não hospedeiras ou antagonistas, alqueive, genótipos resistentes, entre outras.



Figura 1. Área com a cultura de cana-de-açúcar no primeiro ano de cultivo, com plantas nanicas e secas devido à alta infecção das raízes com *Pratylenchus zeae* no município de Pontalinda, SP.

Espécies de *Pratylenchus* Filipjev (1936) provocam necrose das raízes, principalmente as radículas, reduzindo, a absorção de água e nutrientes pela planta. O mau desenvolvimento radicular é refletido em mau desenvolvimento da parte aérea da planta, resultando em redução na produtividade da cultura. A sintomatologia visual do ataque é feita através de observações a campo de “manchas” ou “reboleiras” de plantas deficientes nutricionalmente (folhas cloróticas), entre outras plantas maiores e que não apresentam sintomas visuais de deficiência de nutrientes (BARBOSA, 2008). Entretanto, a confirmação definitiva da causa de eventuais danos requer amostragens de solo e raízes e análises nematológicas.

Objetivando estudar os danos causados por *Pratylenchus brachyurus* e *P. zae* às variedades de cana-de-açúcar SP70-1143 e SP71-1406, DINARDO-MIRANDA (1990), instalou dois experimentos, um para cada espécie. Foram estudados os níveis de inóculo de 0 (zero), 200, 400 ou 800 nematoides por litro de solo de uma ou outra espécie de *Pratylenchus* mencionada, em vasos de 150 litros. A autora constatou que *P. brachyurus* se multiplicou nas raízes das duas variedades, sem causar prejuízos a nenhuma delas, e considerou ambas tolerantes ao nematoide. *Pratylenchus zae* não causou reduções de produtividade na variedade SP70-1143 que foi caracterizada como resistente. No caso da variedade SP71-1406, *P. zae* provocou perdas significativas na produtividade, e a variedade foi considerada susceptível. Em contrapartida, DINARDO-MIRANDA (2005), cita a espécie *P. brachyurus* como muito freqüente em canaviais paulistas, mas não tem sua patogenicidade devidamente avaliada.

Um experimento a campo revelou que a aplicação de nematicidas no plantio de diversas variedades infestadas com *P. zae* contribuiu para incrementos de produtividade altamente significativos, atingindo valores de até 40 Mg.ha⁻¹ (DINARDO-MIRANDA et al., 2006).

Pratylenchus brachyurus tem sido constantemente encontrado em amostras enviadas ao Laboratório de Nematologia da FCAV/UNESP, Câmpus de Jaboticabal de diferentes regiões produtoras de cana do Brasil (informação pessoal). Em face de significativa influência relatada sobre os danos dos nematoides à produtividade da

cultura da cana-de-açúcar, com destaque para as espécies *M. incognita*, *M. javanica* e *P. zaeae*, esse trabalho buscou descobrir se a espécie *P. brachyurus* também influi significativamente na produtividade da cana e qual a sua relação quanto à agressividade, quando comparada ao *P. zaeae*.

CHAVES et al. (2003), estudando o efeito de Terbufos na dinâmica populacional de *Helicotylenchus dihystera* (Cobb) Sher, 1961, *Criconemella ornata* (Raski, 1958) Luc & Raski, 1981 e *Paratrichodorus minor* (Colbran, 1965) Siddiqi, em soqueiras de cinco variedades de cana-de-açúcar com área naturalmente infestada, verificou que não houve interação entre variedade, dosagem de Terbufós e época de corte em relação às densidades populacionais de nenhuma das espécies estudadas. Do mesmo modo, não foram significativas as interações de segundo nível nem os efeitos isolados de variedades e dosagens do nematicida.

Pela severidade dos danos nas raízes, espécies do gênero *Trichodorus* e *Paratrichodorus* são mais prejudiciais à cana-de-açúcar. Em experimentos na África do Sul, *Trichodorus* sp. e *Paratrichodorus* sp. restringiram a absorção de água pelas raízes, limitando o crescimento dos colmos em cana planta. Todavia, em Burkina Faso, oeste da África ocidental, menor efeito foi observado, porque a cana foi irrigada (CADET, 1985). O mesmo autor observou que, em cana soca, as perdas na África do Sul foram ocasionadas principalmente devido à presença de *Xiphinema* spp. e *Paratrichodorus* spp. Em Burkina Faso, os nematoides pouco interferiram na produtividade das socas, provavelmente, devido à predominância de *H. dihystera*, considerado pouco agressivo à cultura da cana-de-açúcar. No Nordeste do Brasil, a influência de ectoparasitos na produtividade das socas e do controle químico na dinâmica populacional desses organismos tem sido pouco estudada, provavelmente, devido à ocorrência estar freqüentemente associada a endoparasitos mais patogênicos (CHAVES et al., 2003).

Apesar de proporcionar eficiente controle, o uso de nematicidas vem se mostrando uma prática de custo relativamente elevado e de alta toxicidade, eliminando vários microorganismos com funções específicas na biota do solo (VILAS BOAS et al., 2002). Até 2012, somente Carbofurano, Terbufós e Aldicarbe haviam sido registrados

para o controle de nematoides na cultura (MAPA, 2012). Além disso, inexistem variedades comerciais resistentes ou estudos conclusivos envolvendo microrganismos agentes do controle biológico dos fitonematoides na cultura.

São vários os isolados de fungos nematófagos existentes, uma vez que estes são de ocorrência natural nos solos do mundo todo, podem, portanto, serem isolados a partir de nematoides atacados por estes. Os principais gêneros de fungos predadores conhecidos são: *Arthrobotrys* Corda, *Dactylaria* Saccardo, *Dactylella* Grove e *Monacrosporium* Oudemans (MANKAU, 1980). NAVES & CAMPOS, 1991; DALLA PRIA et al., 1991; LIMA 1996; RIBEIRO et al., 1999, COIMBRA et al., 1999; SANTOS & FERRAZ, 2000 e SOARES, 2006 são alguns autores que constataram a ocorrência de fungos predadores em diferentes culturas do Brasil.

Alguns desses fungos são endoparasitas, penetrando no corpo do nematoide através de aberturas naturais ou mesmo pela cutícula (ASCHNER & KOHN, 1958); outros são parasitos de ovos e de cistos como é o caso de *Purpureocillium lilacinum* (Thom) Luangsa-ard, Houbraken, Hywel-Jones & Samson 2011 (sin.: *Paecilomyces lilacinus*) e *Pochonia chlamydosporia* (Goddard) Zare & W. Gams 2001 (sin.: *Verticillium chlamydosporium* Goddard, (MANKAU, 1980; JATALA et al., 1980); alguns são predadores (*Arthrobotrys* spp., *Dactylaria* spp., *Dactylella* spp. e *Monacrosporium* spp.) pois desenvolvem um mecanismo de formação de armadilha, por meio da qual a hifa adere a cutícula do nematoide para, em seguida, penetrar em seu corpo (DIJKSTERHIUS, 1990). Foi observado que filtrados fúngicos de *P. lilacinum*, produzem metabólitos capazes de paralisar o desenvolvimento embrionário de *Meloidogyne hapla* Chitwood, causando morte de 88% dos embriões (FITTEES et al.,1993).

Vários pesquisadores têm conseguido excelentes resultados com isolados de *P. lilacinum*, principalmente no controle de *M. javanica* (CARNEIRO & GOMES, 1993; RIBEIRO & CAMPOS, 1993; D'ANGIERI FILHO & CAMPOS, 1997; CAMPOS, 1992). Alguns desses autores relataram que *Meloidogyne* sp., em tomateiro, *Globodera rostochiensis* (Wollenweber) Behrens (1975), em batata, *Radopholus similis* (Coob) Thorne (1949), em bananeira, *Tylenchulus semipenetrans* Coob (1914), em citros, *Rotylenchulus reniformis* Linford & Oliveira (1940), em abacaxi, e *Pratylenchus* spp.

foram controlados com eficiência por uma formulação comercial desse fungo, lançada no mercado das Filipinas com o nome de Bioact (KERRY, 1989). Um isolado patenteado de *P. lilacinum* tem sido usado pela firma Australian Technology Innovation Corp. de Sidney, Austrália, como o princípio ativo do nematicida biológico Bioact. Esse produto tem sido testado em vários países e em diferentes culturas (FERRAZ et al., 2001). Nas Filipinas, desde 1981, a maior parte dos estudos sobre o tema tem focado o uso de *P. lilacinum*. O isolado desse fungo, que apresentou maior eficácia na colonização de ovos de nematoides (Phil. Strain No. 1), passou a ser produzido em massa e comercializado com a marca BIOCON pela empresa Asiatic Technologies Inc. de Manila (DAVIDE et al., 1990). MeloCon WG; Paecil; BioACT WG; Nemachek são produtos registrados atualmente que possuem o mesmo princípio ativo. Segundo JATALA (1986), os resultados da aplicação de *P. lilacinum* a campo, em algumas fazendas no Peru, evidenciaram a eficácia desse fungo no controle de *M. incognita* em diferentes culturas e de *T. semipenetrans*, em citros. Também, avaliaram a eficiência de um produto a base de mistura de fungos predadores, produzido com a marca comercial Nemout, na formulação de pó molhável, produzido por uma indústria americana. O produto reduziu o número de galhas e de ovos de *M. javanica*, sob condições de casa de vegetação (Al-HAZMI et al., 1993).

Estudos concluídos no laboratório de nematologia do Departamento de Fitossanidade da UNESP/FCAV, também confirmaram a potencialidade de alguns fungos nematófagos (MAIA, 2000; MAIA et al., 2001; BERNARDO, 2002; CORBANI, 2002; SOARES, 2006; MARTINELLI, 2008, 2011; BARBOSA et al., 2009). MAIA (2000) obteve um isolado de *Dactylellina robusta* (J.S. McCulloch) Yan Li 2006 (sin.: *M. robustum*) cuja patogenicidade a juvenis de segundo estágio de *H. glycines* foi de 100% até o terceiro dia após a adição dos juvenis à cultura do fungo. Para *M. javanica* e *M. incognita* esse fungo exibiu 100 % de predação dos juvenis, já no primeiro dia. Na mesma instituição, BERNARDO (2002) também constatou que esse fungo predou 100 % dos espécimes de *R. reniformis*, 72 horas após a adição dos nematoides à colônia do fungo; CORBANI (2002) obteve o mesmo resultado para juvenis e adultos do nematoide dos citros (*Tylenchulus semipenetrans*), já no primeiro dia. Contudo, os

testes a campo realizados por esses dois últimos pesquisadores não confirmaram a eficácia desses fungos no controle desses nematoides, mas fatores adversos, tais como um prolongado veranico que ocorreu no período, provavelmente limitaram a ação dos fungos. BARBOSA et al. (2005), testando a patogenicidade de *Arthrobotrys oligospora* e *A. musiformis* ao nematoide de vida livre *Panagrellus* sp., observou 100% de predação de ambos, 48 horas após a adição dos nematoides a colônia dos fungos, e BECARO et al. (2006), observaram que os mesmos fungos não foram patogênicos a *Pratylenchus jaehni* Inserra, Duncan, Troccoli, Dunn, Maia dos Santos, Kaplan & Vovlas, 2001. Testados em larga escala em cultura de crisântemo de corte em estufas infestadas por *M. javanica*, no município de Holambra - SP (cerca de 8 ha), os fungos *A. oligospora*, *A. musiformis*, *D. robusta*, *P. lilacinum* e *M. leptosporum* (Drechsler) A. Rubner 1996 (sin.: *D. leptospora*) exibiram os melhores resultados no manejo desse nematoide, à exceção da fumigação do solo com brometo de metila (FAPESP, 2002).

O controle microbiano quando comparado ao químico, sempre demonstrou desvantagens de eficiência de controle e espectro de ação. Os profissionais ligados a pesquisa têm buscado alternativas viáveis de aplicação e sobrevivência desses agentes a campo, contudo, para tanto, têm de vencer várias barreiras tais como: detecção e isolamento de agentes de controle biológico; testes de eficiência de controle in vitro, em casa de vegetação e a campo; técnicas eficientes de produção massal em escala comercial (formulação); tempo de prateleira (validade); registro e patente; comercialização e entrega. Apesar das dificuldades, já existem microorganismos em formulações registradas para o controle de nematoides, entre eles podemos citar os gêneros *Paecilomyces* Bainier (1907), *Arthrobotrys* Corda (1839), *Pochonia* Bat. & O.M. Fonseca 1965 de espécies fúngicas e *Burkholderia* Palleroni & Holmes 1981, *Bacillus* Cohn 1872 e *Pasteuria* Metchnikoff 1888 de espécies bacterianas em outros países. No Brasil existem alguns em fase de registro. O sucesso de agentes microbianos no manejo de nematoides depende de fatores bióticos e abióticos. Dentre os bióticos podemos citar a interação com organismos que se alimentam dos agentes microbianos; danos causados por patógenos e pragas não-alvo; competição interespecífica por área com organismos nematófagos nativos; nível populacional do nematoide a ser

controlado; a susceptibilidade da planta hospedeira ao nematoide; a presença de outras espécies vegetais hospedeiras do nematoide; etc (DUFFY et al., 1996; HEBBAR et al., 1998; KERRY, 1998; KERRY & BOURNE, 1996; PIERSON & WELLER, 1994; SIKORA & HOFFMANN-HERGARTEN, 1993; STIRLING, 1991, DAVIES & SPIEGEL, 2011). Entre os fatores abióticos estão temperatura, incidência de raios solares, pluviosidade e composição química e física da rizosfera (OWNLEY et al., 1992;. SIKORA & HOFFMANN-HERGARTEN, 1993; STIRLING, 1991, DAVIES & SPIEGEL, 2011).

No laboratório de Nematologia da FCAV/UNESP já foi organizada uma coleção de fungos nematófagos cujos testes preliminares em laboratório e experimentos a campo (SOARES et al., 2005; MAIA, 2000; BERNARDO, 2002; CORBANI, 2002) já comprovaram a eficácia desses agentes no controle biológico de *M. incognita*, *M. javanica* e foi isolado um fungo que tem mostrado excelentes resultados em testes no laboratório para o controle de *Pratylenchus* spp. (GIMENES et al., 2006; BECARO et al., 2006).

A associação de produtos de origem biológica, associados ou não aos de origem orgânica e organomineral, têm sido realizada em vários trabalhos, com excelentes resultados em diversas culturas (BARBOSA et al., 2009; SOARES et al., 2011). BARBOSA et al. (2007) fizeram um ensaio para avaliar possível formação de halo inibitório proporcionado pelo produto líquido à base de ácidos húmicos e fúlvicos extraídos de turfa, o Agrolmin® sobre os fungos nematófagos, *P. lilacinum* e uma espécie não identificada de *Dactylella* Grove (1884). Verificaram que, além de não inibir, o produto estimulou o crescimento das três espécies de fungos nematófagos, que se desenvolveram vigorosamente sobre discos de papel embebidos com o produto.

BARBOSA et. al (2009) instalaram um experimento em uma área altamente infestada por *P. brachyurus* em um pomar de goiabeira. As plantas do pomar apresentavam sintomas foliares como os do parasitismo de *M. enterolobii* Yang & Eisenback (1983) (sin.: *M. mayaguensis* Rammah & Hirschmann, 1988), porém, não havia a presença deste nematoide. Os tratamentos utilizados foram: ácidos húmicos e fúlvicos extraídos de turfa (Agrolmin®), em dose única 600 L.ha⁻¹ e 1200 L.ha⁻¹ divididos em duas aplicações, metade na implantação e o restante 50 dias depois; um coquetel

de cinco fungos nematófagos na dose de 2 L/planta; Agrolmin na dose 600 L.ha⁻¹ associados ao coquetel de fungos nematófagos (2L/planta); Condissolo® (ácidos húmicos e fúlvicos em pó) a 300 kg.ha⁻¹; Condissolo a 300 kg.ha⁻¹, associado aos fungos nematófagos (2L/planta); Nemix® (coquetel de bactérias formuladas em pó); adubo organomineral OM15® e OM21® a 300 kg.ha⁻¹; OM15 e OM21 associado aos fungos nematófagos; nematicida sistêmico aldicarbe (Temik®) a 5,2 g/planta utilizado como padrão; e a testemunha sem aplicação. Concluíram que o produto Agrolmin (1200L.ha⁻¹) e a associação dos fungos nematófagos com Agrolmin (600L.ha⁻¹) foram os tratamentos que proporcionaram melhor controle dos nematóides até os 150 dias após a aplicação, assemelhando-se ao controle obtido pelo Temik, nematicida sistêmico utilizado como padrão, porém, sem registro para a cultura.

Diante do exposto, os objetivos deste trabalho foram:

- Avaliar a agressividade de *P. brachyurus* na variedade CTC 2 de cana-de-açúcar, comparada ao do nematoide-chave *P. zea*;
- Estudar a viabilidade da aplicação de fungos nematófagos formulados em substrato orgânico sólido ou no produto líquido Agrolmin® Nitro 10:0:10 (ácidos húmicos e fúlvicos extraídos de turfa + adubo químico 10:0:10), comparados ao produto químico Carbofurano, para o controle de nematoides na cana-de-açúcar, a campo;
- Verificar o efeito comparativo do controle de *M. javanica* com tratamentos de origem biológica, ecológica, orgânica associado ou não ao de origem biológica, comparados ao tratamento químico à variedade RB855453 de cana-de-açúcar, em vasos, a céu aberto;
- Testar alternativas para o controle dos nematoides com tratamentos de origem orgânica e/ou biológica comparadas ao padrão químico Carbofurano, na variedade RB865547 de cana-de-açúcar.
- Encontrar alternativas de controle eficiente, com baixa ou nula periculosidade ao homem e ao meio ambiente.

Referências

AI-HAZMI, A. S.; IBRAHIM, A. A. M.; ABDUL-RAZIQ, A. T. Evaluation of a nematode-encapsulating fungi complex for control of *Meloidogyne javanica* on potato. **Pakistan Journal of Nematology**, Karachi, v. 11, p. 139-149, 1993.

ASCHNER, M.; KOHN, S. The biology of *Harposporium anguillulae*. **Journal of General Microbiology**, Edinburgh, v. 19, p. 182-189, 1958.

BARBOSA, B. F. F. **AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO MICELIAL E ESPORULAÇÃO DE *Paecilomyces lilacinus* E *Dactylella* sp. EM DIFERENTES MEIOS DE CULTURA.** 2005. 48 f. Monografia (Trabalho de Graduação em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.

BARBOSA, B. F. F. **Estudo das inter-relações patógeno-hospedeiro de *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood, *M. javanica* (Treub) Chitwood e *Pratylenchus brachyurus* (Godfrey) Filipjev & Schuurmans Stekhoven em cana-de-açúcar** 2008. 60 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, área de concentração em Entomologia Agrícola) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.

BARBOSA, B. F. F.; SOARES, P. L. M.; SANTOS, J. M. Avaliação da ação inibidora de Agrolmin sobre o crescimento de fungos nematófagos. In: Reunião Brasileira sobre Controle Biológico de Doenças de Plantas, IX, 2007, Campinas, **Anais...** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2007. p. 9.

BARBOSA, B. F. F.; SOUZA, G. P. F., RUAS, A. R.; SANTOS, J. M.; BARBOSA, J. C. Controle biológico de *Pratylenchus brachyurus* em goiabeira com fungos nematófagos, bactérias e produtos orgânicos **Nematologia Brasileira**, v. 33, n. 4, p. 380-381, 2009.

BECARO, C. K. ; GIMENES, R.; SOARES, P. L. M.; BARBOSA, B. F. F.; GONZAGA, V.; SANTOS, J. M. Avaliação da patogenicidade de *Dactylella* sp. ao nematoide das lesões radiculares dos citros (*Pratylenchus jaehni*). In: XXVI CONGRESSO

BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 26, Campos dos Goitacazes. **Anais...** Brasília: Sociedade Brasileira de Nematologia, 2006. p. 59.

BERNARDO, E. R. A. **Eficácia do controle biológico de *Rotylenchulus reniformis* (Linford & Oliveira, 1940) em algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) com fungos nematófagos.** 2002. 74 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, área de concentração em Entomologia Agrícola) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

CADET, P. Incidence des nêmatodes sur les reponsses de canne à sucre au Burkina Faso et en Côte d’Vore. **Revue de Nématologie**, Paris, v. 8, p. 277-284, 1985.

CADET, P.; SPAULL, V. W. Nematode parasites of sugarcane. In: LUC, M.; SIKORA, R. A. & BRIDGE, J. **Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture.** C.A.B. Wallingford: International Institute of Parasitology, 2005. cap. 17, p. 645-674.

CAMPOS, V. P. Perspectivas do controle biológico de fitonematoides. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 16, p. 26-30, 1992.

CARNEIRO, R. M. D. G.; GOMES, C. B. Metodologia e testes de patogenicidade de *Paecilomyces lilacinus* e *P. fumosoroseus* em ovos de *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 17, p. 66-75, 1993.

CASTILHO, P.; VOVLAS, N. Biology and Ecology of *Pratylenchus*. In: CASTILHO, P.; VOVLAS, N. ***Pratylenchus* (Nematoda: Pratylenchidae): Diagnosis, Biology, Pathogenicity and Management.** Leiden: Brill, 2007. Cap. 7, p. 305-324.

CHAVES, A., PEDROSA, E. M. R. & MOURA, R. M. Efeito de terbufós em soqueira sobre fitonematoides ectoparasitos de cana-de-açúcar. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 28, p. 195-198, 2003.

COIMBRA, J. L.; CAMPOS, V.; SOUZA, R. de. Isolamento e parasitismo de fungos de fêmeas de *Meloidogyne javanica* e *M. exígua*. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 23, p. 25-33, 1999.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO Acompanhamento de safra brasileira: cana-de-açúcar, terceiro levantamento, dezembro/2011– Companhia nacional de Abastecimento. Brasília: CONAB, 2011.

CORBANI, R. Z. **Potencial do controle biológico de *Tylenchulus semipenetrans* com fungos nematófagos**. 2002. 44 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, área de concentração em Entomologia Agrícola) – Departamento de Fitossanidade, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

D'ANGIERI FILHO, C.; CAMPOS, V. P. Controle de *Meloidogyne javanica* em jaborandi (*Pilocarpus microphyllus*) com *Arthrobotrys conoides*, *Paecilomyces lilacinus* e *Verticillium chlamydosporium*. **Nematologia Brasileira**, Pelotas, v. 21, p. 23-29, 1997.

DALLA PRIA, M.; FERRAZ, S.; MUCHOVEJ, J. J. Isolamento e identificação de fungos nematófagos de amostras de diversas regiões do Brasil. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 15, p. 170-178, 1991.

DAVIDE, R. G.; HAHN, S. K.; CAVENESS, F. E. Biological control of nematodes using *Paecilomyces lilacinus* in the Philippines. Integrated pest management for tropical root and tuber crops. In: The global status of and prospects for integrated pest management of root and tuber crops in the tropics, 1987, Ibadan, Nigeria. **Proceedings...** Ibadan: International Institute of Tropical Agriculture, 1990. p. 156-163.

DAVIES, K.; SPIEGEL, Y. (Eds.) **Biological Control of Plant-Parasitic Nematodes: Building Coherence between Microbial Ecology and Molecular Mechanisms**. New York: Springer Science+Business Media B.V., 2011. 311 p.

DIJKSTERHIUS, J. Ultrastructural study of adhesion and initial stages of infection of nematodes by conidia of *Drechmeria coniospora*. **Mycological Research**, Madri, v. 94, p. 1-8, 1990.

DINARDO MIRANDA, L. L. Nematoides e pragas de solo em cana-de-açúcar. **Encarte do informações agronômicas nº 110**. Informações acessadas no site: [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). Junho, 2005.

DINARDO-MIRANDA, L. L. **Patogenicidade de *Pratylenchus brachyurus* e *Pratylenchus zaeae* (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.; GIL, M. A.; Gonçalves, R. F. Interação entre nematicidas e herbicidas aplicados no plantio da cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 24, n. 3, p. 557-562, 2006.

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.

DUFFY, B. K.; SIMON, A.; WELLER, D. M. Combination of *Trichoderma koningii* with fluorescent pseudomonads for control of take-all of wheat. **Phytopathology**, St. Paul, v. 86, p. 188–194, 1996.

FAPESP. Combate natural na terra cultivada. **Pesquisa FAPESP**, São Paulo, v. 78, p. 72-74, 2002.

FERRAZ, S.; DIAS, C. R.; FREITAS, L. G. de. Controle de nematoides com práticas culturais. In: ZAMBOLIM, L. **Manejo integrado Fitossanidade: cultivo protegido, pivô central e plantio direto**. Viçosa: UFV, 2001, p. 1-53.

FITTERS P. F. L.; BELDER, E.; BELDER, E. D. D. A time lapse technique to study the effect of fungal products on embryogenesis of nematode eggs. **Medelingen van de Faculteit Landbouwetenschappen**, Rijksuniversiteit Gent., v. 58, p. 751-756, 1993.

GIMENES, R.; BECARO, C. K. ; SOARES, P. L. M. ; BARBOSA, B. F. F. ; GONZAGA, V. ; SANTOS, J. M. dos. Estudo da patogenicidade de *Dactylella* sp. ao nematoide das lesões radiculares (*Pratylenchus zea*). In: XXVI Congresso Brasileiro de Nematologia, 26., 2006, Campos dos Goytacazes. **Anais...** Brasília: Sociedade Brasileira de Nematologia, 2006. p. 62. Resumo 12.

GOELDI, E. A. Relatório sobre a moléstia do cafeeiro na provincial do Rio de Janeiro. **Archivos do museu Nacional**, Rio de Janeiro, v. 8, p. 7-123, 1892.

HEBBAR, K. P.; MARTEL, M. H.; HEULIN, T. Suppression of pre- and postemergence damping-off in corn by *Burkholderia cepacia*. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 104, p. 29–36, 1998.

JATALA, P. Biological control of plant-parasitic nematodes. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 24, n. 1, p. 453-489, 1986.

JATALA, P., KAELTENBACH, M.; BOCANGEL, D. A. J. Field application of *Paecilomyces lilacinus* for controlling *Meloidogyne incognita* on potatoes. **Journal of Nematology**, DeLeon Springs, v. 12, p. 226-227. 1980.

KERRY, B. R. Fungi as biological control agents for plant parasitic nematodes. In: WHIPPS, J. M.; LUMSDEN, R. D. **Biotechnology of fungi for improving plant growth**. Cambridge: Cambridge University Press, 1989. p. 153-170.

KERRY, B. R. Progress towards biological control strategies for plant-parasitic nematodes. In: The 1998 Brighton Crop Protection Conference, 3, 1998, Alton, **Pests and Diseases**, Llandeilo, v. 3, p. 739–746, 1998.

KERRY, B. R.; BOURNE, J. M. The importance of rhizosphere interactions in the biological control of plant-parasitic nematodes—a case study using *Verticillium chlamydosporium*. **Pesticide Science**, v. 47, p. 69–75, 1996.

LIMA R. D. **Caracterização de isolados e avaliação de patogenicidade de *Arthrobotrys* spp. a fitonematoides**. 1996. 88 f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1996.

MAIA, A. S. **Isolamento, identificação e potencialidade de fungos como agentes de biocontrole de *Meloidogyne* spp. e *Heterodera glycines***. 2000. 117 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.

MAIA, A. S.; SANTOS, J. M. dos; DI MAURO, A. O. Estudo in vitro da habilidade predatória de *Monacrosporium robustum* sobre *Heterodera glycines*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 26, p. 732-736, 2001.

MANKAU, R.. Biocontrol: Fungi as nematode control agents. **Journal of Nematology**, Lakeland, v. 12, n. 4, p. 244-252. 1980.

MAPA - Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em 23 de Janeiro de 2012.

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

MARTINELLI, P. R. P. **Estudo do controle biológico dos nematóides dos citros no estado de São Paulo**. 2008. 106 f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.

MARTINELLI, P. R. P. **Uso de formulação de fungos nematófagos associada com controle químico e matéria orgânica no manejo dos nematoides dos citros (*Tylenchulus semipenetrans* e *Pratylenchus jaehni*)**. 2011. 73 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2011.

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

NAVES, R. L.; CAMPOS, V. P. Ocorrência de fungos predadores de nematoides no Sul de Minas Gerais e estudos da capacidade predatória in vitro de alguns de seus isolados. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 15, p. 152-162, 1991.

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**, Mossoró, v. 1, p. 27-32, 1974.

OWNLEY, B. H.; WELLER, D. M.; ALDREDGE, J. R. Relation of soil chemical and physical factors with suppression of take-all by *Pseudomonas fluorescens* 2-79. In: KEEL, C.; KOLLER, B.; DEFAGO, G. (Ed.) **Plant growth-promoting rhizobacteria—progress and prospects**. Interlaken: IOBC/WPRS Bull. n. 14. 1992.

PIERSON, E. A.; WELLER, D. M. Use of mixtures of fluorescent pseudomonads to suppress take-all and improve the growth of wheat. **Phytopathology**, St. Paul, v. 84, p. 940–947, 1994.

RIBEIRO, R. C. F.; CAMPOS, V. P. Controle de *Meloidogyne javanica* com fungos parasitas de ovos. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 17, p. 193-202, 1993.

RIBEIRO, R. C. F.; FERRAZ, S.; MIZOBUTSI, E. H.; MENDES, M. Levantamento de espécies de *Monacrosporium* predadoras de nematoides em diversas regiões brasileiras. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 23, p. 41-47, 1999.

SANTOS, M. A.; FERRAZ, S. Detecção, isolamentos e preservação de alguns fungos endoparasitos de nematoides e avaliação in vitro de sua patogenicidade. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 24, p. 183-191, 2000.

SASSER, J.N. & FRECKMAN, D.W. A world perspective on nematology: the role of the society. In: Veech, J.A. & Dickson, D.W. **Vistas on Nematology**. Maryland: Society of Nematologists, 1987. p. 7-14.

SIKORA, R. A.; HOFFMANN-HERGARTEN, S. Biological control of plant-parasitic nematodes with plant-health promoting rhizobacteria. In: LUMSDEN, R. D.; VAUGHN, J. L. (Ed.) Pest management: Biologically based technologies, 18, 1993, Washington, **Proceedings of Beltsville Symposium**. Washington: American Chemical Society. 1993. p. 166–172.

SOARES, P. L. M. **Estudo do controle biológico de nematoides com fungos nematófagos**. 2006. 217 f. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 2006.

SOARES, P. L. M.; BARBOSA, B. F. F.; SANTOS, J. M. Isolamento e Identificação de Fungos Nematófagos Predadores. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 29, p. 74, 2005.

SOARES, P. L. M.; SANTOS, J. M.; BARBOSA, B. F. F.; MARTINELLI, P. R. P.; ALMEIDA, E. J.; PAES, V. S. Fungos nematófagos no controle biológico de fitonematoides. In: BALDIN, E. L. L.; FUJIHARA, R. T.; FIRMINO, A. C.; NEGRISOLI, E.; SOUZA, E. S.; PRADO, E. P.; MARUBAYASHI, J. M. **Avanços em Fitossanidade**. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 2011. p. 1-19.

STIRLING, G. R. **Biological control of plant-parasitic nematodes**. Wallingford, CAB International, 1991. p. 282.

VILAS BOAS, L. C.; TENENTE, R. C. V.; GONZAGA, V.; SILVA NETO, S. P.; ROCHA, H. S. Reação de clones de bananeira (*Musa* spp.) ao nematoide *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949, Raça 2. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 690-693, 2002.

CAPÍTULO 2 - Agressividade de *P. brachyurus* à variedade CTC 2 de cana-de-açúcar, comparada ao do nematoide-chave *P. zaeae*

Resumo - *Pratylenchus zaeae*, *Meloidogyne javanica* e *M. incognita* são consideradas espécies-chave de nematoides na cana-de-açúcar no Brasil, porém, *P. brachyurus* é encontrada em amostras provenientes de canaviais de várias localidades. Esse trabalho foi conduzido para averiguar a agressividade de *P. brachyurus* comparada a de *P. zaeae* à cana-de-açúcar. Foram utilizados vasos (100 L), a céu aberto, com os níveis de inóculo inicial 10, 100, 1.000, 10.000 e 100.000 espécimes/planta, para os dois nematoides, isoladamente, em terra tratada com vapor de caldeira agrícola. O inóculo dos nematoides foi obtido in vitro, segundo GONZAGA (2006). Foi realizada amostragem prévia e, a cada 60, até 300 dias após as inoculações. Por ocasião do corte, foram realizadas avaliações nematológicas e de caracteres relacionados ao desenvolvimento da cultura. A população para os níveis iniciais de 10 e 100.000 espécimes/planta, tanto para *P. brachyurus* aos 300 dias quanto *P. zaeae* aos 240 e 300 dias após a inoculação, já se assemelhava, portanto, após o 1º corte, já seria necessário o controle desses nematoides na soqueira. Os danos causados por 10 espécimes de população inicial de *P. brachyurus* foram semelhantes à de 10.000 espécimes de *P. zaeae*. A variedade CTC 2 foi classificada como suscetível à *P. zaeae* e intolerante à *P. brachyurus*. As perdas provocadas ao volume estimado e à massa fresca da parte aérea, pelas espécies de nematoide, considerando-se todos os níveis inoculados, foram respectivamente de 29,82% e 40,34%. *Pratylenchus brachyurus* foi mais agressivo que *P. zaeae* à variedade de cana-de-açúcar CTC 2.

Palavras-chave: nematoide das lesões radiculares, resistência, suscetibilidade, *Saccharum*, danos, controle de nematoides.

Introdução

A longevidade do ciclo da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) favorece a multiplicação das várias espécies de nematoides e os danos à produtividade tendem a crescer em anos mais quentes e com pluviosidade melhor distribuída. Com efeito, 275 espécies de 48 gêneros já foram registradas, associadas a essa cultura, sendo os ectoparasitos os mais freqüentes (NOVARETTI et al., 1974; MOURA & ALMEIDA, 1981; MAQBOOL & HASHMIN, 1987). De acordo com SASSER & FRECKMAN (1987), os nematoides são responsáveis, em média, por 15,3% de perdas na produção da cana-de-açúcar em termos mundiais e, no Brasil, DINARDO-MIRANDA (2005) relatou perdas entre 20 e 50%. Quando cultivada como monocultura contínua, a renovação dos campos de cana-de-açúcar quase sempre ocorre sem pousio entre remoção de soqueiras velhas e replantio. Essas condições favorecem o desenvolvimento de populações de fitonematoides (CADET & SPAULL, 2005). Mesmo quando a cultura da cana-de-açúcar é rotacionada, a cultura subsequente não deve ser suscetível aos principais fitonematoides patogênicos à cana, a fim de se evitar o aumento da população destes nematoides e, conseqüente, queda acentuada de produtividade para todas as culturas envolvidas no sistema de rotação.

As espécies de *Pratylenchus* Filipjev (1936) provocam necroses das raízes, parasitando, principalmente as radículas, diminuindo, então, a absorção de água e nutrientes pela planta. O mau desenvolvimento radicular é refletido em um mau desenvolvimento da parte aérea da planta, causando severos danos que resultam em redução na produtividade da cultura. No campo, os sintomas visuais se manifestam na forma de “manchas” ou “reboleiras” de plantas menos desenvolvidas, exibindo clorose e variados graus de deficiência nutricional, além de seca de extremidades foliares, contrastando com as plantas em volta que não apresentam sintomas visuais de deficiência de nutrientes (BARBOSA, 2008). Entretanto, a confirmação definitiva da causa de danos eventuais que são observados a campos requer a amostragem de solo e raízes e análises laboratoriais.

Pratylenchus zae Graham, *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood e *M. incognita* (Kofoid & White) Chitwood são consideradas as espécies-chave de fitonematoides na cultura da cana-de-açúcar no Brasil. Estas espécies estão amplamente distribuídas nas principais regiões produtoras do País e causam severos danos às raízes e à produtividade da cultura da cana-de-açúcar (CADET & SPAULL, 2005; DINARDO-MIRANDA, 2005).

Objetivando estudar os danos causados por *P. brachyurus* e *P. zae* às variedades de cana-de-açúcar SP70-1143 e SP71-1406, DINARDO-MIRANDA (1990) instalou dois experimentos, um para cada espécie. Foram estudados os níveis de inóculo de 0 (zero), 200, 400 ou 800 nematoides por litro de terra de uma ou outra das espécies de *Pratylenchus* mencionadas, em vasos de 150 litros. A autora constatou que *P. brachyurus* se multiplicou nas raízes das duas variedades, sem causar prejuízos a nenhuma delas, e considerou ambas tolerantes ao nematoide. *Pratylenchus zae* não causou redução de produtividade na variedade SP70-1143 que foi caracterizada como resistente. No caso da variedade SP71-1406, *P. zae* provocou perdas significativas na produtividade, e a variedade foi considerada suscetível. Em contrapartida, DINARDO-MIRANDA (2005) cita a espécie *P. brachyurus* como muito frequente, em canaviais paulistas, mas a agressividade dessa espécie à cana ainda não foi devidamente avaliada.

Em relação a *P. zae*, ensaio em campo revelou que a aplicação de nematicidas no plantio de diversas variedades contribuiu para incrementos de produtividade altamente significativos, atingindo valores de até 40 Mg.ha⁻¹ (DINARDO-MIRANDA et al., 1998 e 2006).

Pratylenchus brachyurus tem sido constantemente encontrado em amostras enviadas ao Laboratório de Nematologia da FCAV/UNESP, Campus de Jaboticabal de diferentes regiões produtoras de cana-de-açúcar do Brasil. Em face da significativa influência relatada sobre os danos dos fitonematoides causados à produtividade da cultura da cana-de-açúcar, com destaque para as espécies *M. incognita*, *M. javanica* e *P. zae*, esse trabalho foi conduzido com o objetivo de averiguar se *P. brachyurus*

também influi significativamente na produtividade da cana-de-açúcar e a sua agressividade relativa, comparada a de *P. zea*.

Material e Métodos

Este experimento foi instalado a céu aberto em área experimental da Usina São Martinho, no Município de Pradópolis, SP.

Cada unidade experimental foi representada por sete plantas individuais em vasos de 100 L contendo terra originada de argissolo tratada com vapor de caldeira agrícola. Para tratamento desse substrato aplicou-se uma camada uniforme de cascalho numa área aproximada de 50 x 100 m, seguida de compactação desse material. Então, a terra foi depositada sobre o cascalho e distribuída em forma de canteiros com as dimensões 0,2 m de altura, 2,5 m de largura e 8 m de comprimento com um tubo metálico perfurado, enterrado ao longo do canteiro. A seguir, foram cobertos com lona plástica e aplicou-se vapor produzido com caldeira móvel a diesel. Quando a temperatura da terra, medida com um termômetro a laser atingia 80 °C, a aplicação de vapor na terra coberta era mantida por duas horas. Em seguida o plástico foi removido e, com auxílio de uma pá carregadeira o material tratado foi utilizado para enchimento dos vasos.

Foram adotados os seguintes tratamentos:

T0- Zero nematoide/planta - Testemunha

T1- 10 formas ativas e ovos/planta

T2- 100 formas ativas e ovos/planta

T3- 1.000 formas ativas e ovos/planta

T4- 10.000 formas ativas e ovos/planta

T5- 100.000 formas ativas e ovos /planta

Foi utilizado o delineamento em Blocos Casualizado, em arranjo fatorial 2 x 5 +1 (2 espécies de nematoides x 5 níveis de inóculo e uma testemunha) com cinco repetições. Portanto, foram utilizadas 11 unidades experimentais por bloco, totalizando

55 parcelas contendo sete plantas, cada uma. As parcelas foram espaçadas em 1 m e foram deixados 4 m de espaçamento entre blocos.

Multiplicação in vitro de *Pratylenchus brachyurus* e *P. zaei*

A subpopulação de *P. brachyurus* utilizada foi proveniente do Município de Santa Adélia/SP e a de *P. zaei* do Município de Onda Verde/SP. Essas duas subpopulações foram coletadas em raízes de cana e multiplicadas in vitro no Laboratório de Nematologia da FCAV/UNESP, em cilindros de cenoura (GONZAGA et al., 2004).

Plantio e condução do experimento

A terra foi adubada e corrigida quanto ao pH conforme as práticas usuais adotadas pela Usina São Martinho, Pradópolis, SP (RAIJ & CANTARELLA, 1997). Foram plantados três toletes por vaso, contendo uma gema de cana-de-açúcar por tolete (10/09/2007), em cada uma das unidades experimentais. Todas as plantas foram irrigadas diariamente, exceto em dias chuvosos. Após a brotação foi realizado o arranquio, deixando-se uma planta por vaso. No dia 20/10/2007, o sistema radicular das plantas foi parcialmente exposto e inoculado com uma suspensão de 100 mL com os níveis populacionais mencionados para cada uma das espécies de nematoide, separadamente/planta, preparado conforme a descrição no item a seguir.

Preparo do inóculo e inoculação

O inóculo de ambos nematoides foram multiplicados em cilindro de cenoura pela técnica de GONZAGA et al. (2004). Aos 120 dias após a inoculação foram extraídos dos cilindros de cenoura pela técnica de COOLEN E D'HERDE (1972). A seguir, a concentração das suspensões foi determinada com o auxílio da lâmina de Peters, ao microscópio fotônico e ajustada para os níveis de inóculo mencionados para cada tratamento. No ato da inoculação, as raízes foram parcialmente descobertas e 100 mL

de suspensão contendo os níveis de inóculo mencionados foram vertidos sobre elas e, imediatamente, as raízes foram recobertas com o mesmo substrato.

Avaliação do experimento

Foram realizadas amostragens periódicas a cada 60 dias, coletando-se amostras de terra e raízes, a partir de 60 até 300 dias após as inoculações, dias 20/12/2007 e 20/10/2008, respectivamente, para quantificação da população de cada uma das espécies. Uma amostra composta de três amostras simples de terra e de raízes de cada parcela foi coletada, recolhendo-se amostras simples em plantas alternadas. As plantas amostradas em uma avaliação não foram novamente amostradas na avaliação subsequente, minimizando assim, o estresse causado a elas pela amostragem. As amostras simples de cada parcela foram misturadas e homogeneizadas e formaram uma amostra composta de terra e raízes que a representou. Essas amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, devidamente identificados e transportados para processamento no Laboratório de Nematologia do Departamento de Fitossanidade da UNESP/FCAV, Câmpus de Jaboticabal. Os nematoides foram extraídos de alíquotas de 100 cm³ das amostras de terra pela técnica de JENKINS (1964) e de 20 g de raízes pela de COOLEN & D'HERDE (1972). A identificação da espécie presente em cada amostra foi confirmada ao estereoscópico e a população foi estimada ao microscópio fotônico com auxílio da lâmina de Peters (SOUTHEY, 1970).

Por ocasião da colheita (Figura 1), foram realizadas as avaliações das seguintes variáveis: número de nematoides por 100 cm³ de terra e 10g de raízes, massa de matéria fresca de parte aérea e ponteiros, número de perfilhos, diâmetro e comprimento dos colmos (LANDELL & SILVA, 1995), volume estimado dos colmos; número de colmos industrializáveis e número de internódios dos colmos. Foram obtidas as massas totais de colmos e ponteiros através de balança tipo célula de carga graduada em 200g para cada parcela, separadamente. A obtenção da massa de ponteiros foi feita através da quebra na região da última gema. Os dados foram submetidos aos procedimentos

estatísticos, com delineamento em parcelas subdivididas (Split-Plots) para avaliação da população de nematoides no tempo (CAMPOS, 1984; STEEL & TORRIE, 1997; BANZATO & KRONKA, 2008) e, utilizando-se análise de regressão. A escolha do modelo foi baseada no coeficiente de determinação, na significância dos coeficientes de regressão, testados pelo teste F, considerando um nível aceitável de até 5 % de probabilidade. Na análise dos dados, mesmo quando a interação população de nematoides x períodos de avaliação não foram significativas, estudou-se o efeito de população de nematoides em cada data de amostragem. Este estudo apresenta interesse prático, uma vez que o crescimento populacional pode variar entre as datas. As possíveis inter-relações entre os níveis de população dos nematoides e as diferentes variáveis foram consideradas.

Ao final do experimento as soqueiras foram removidas e a terra dos vasos foi descartada em um aterro sanitário.

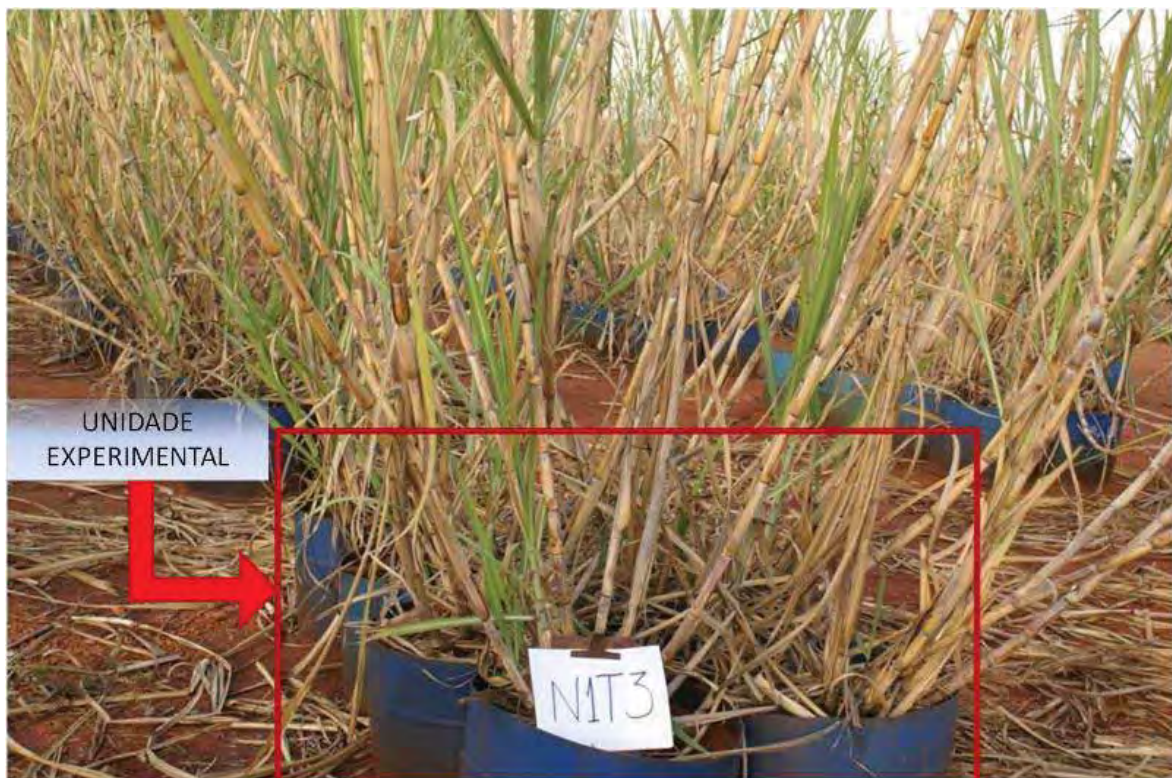


Figura 1. Aspecto de uma unidade experimental por ocasião do corte, ao final do experimento. Usina São Martinho, Pradópolis, SP.

Resultados e Discussão

Para elaboração da sistemática de discussão da agressividade comparada entre *P. brachyurus* e *P. zae* foram adotados os seguintes critérios: Avaliação do efeito da inoculação de nematoide em níveis crescentes, sobre a variação populacional ao longo do tempo, para cada espécie avaliada, isoladamente; avaliação do efeito comparado entre as espécies de nematoide sobre caracteres biométricos, quantitativos e de massa de matéria fresca.

Efeito da inoculação em níveis crescentes de *Pratylenchus brachyurus* e *P. zae* sobre a flutuação populacional destas espécies de nematoide

A pequena proporção de nematoides na terra em relação às raízes provocou baixa variação da população presente na terra entre os níveis de inóculo inicial. Porém, fatores reprodutivos e climáticos influenciaram as diferenças entre os períodos de avaliação, tanto na terra quanto nas raízes (Tabela 1).

Tabela 1. Análise de variância da população de *Pratylenchus brachyurus*, inoculado em níveis crescentes na variedade CTC 2 de cana-de-açúcar (20/10/2007), em cinco períodos de avaliação (Pradópolis, SP).

<i>Pratylenchus brachyurus</i>	NNS ¹	NNR ²
Populações (P)		
10	1,4	44,3
100	4,8	68,7
1.000	9,7	208,5
10.000	17,6	394,8
100.000	12,9	263,5
Teste F para P	2,4 ^{NS}	3,2*
Períodos de Avaliação (PA – dias após a inoculação)		
60	0,3	2,5
120	14,3	345,1
180	21,9	286,6
240	5,8	207,0
300	4,1	138,7
Teste F para PA	7,86**	2,5**
Teste F para P x PA	0,94 ^{NS}	0,9 ^{NS}
C.V. (%)	42,0	69,1

NNS¹ = Número de nematoides em 100 cm³ de terra

NNR² = Número de nematoides em 10 g de raízes

*Diferença significativa a 5% de probabilidade

**Diferença significativa a 1% de probabilidade

A população de *P. brachyurus* na terra, considerando-se a média para todas as avaliações, aumentou proporcionalmente ao aumento do nível populacional inoculado no início do experimento. O número de espécimes de *Pratylenchus* spp. no solo, quando a cultura hospedeira está em fase de crescimento no campo, usualmente é menor que nas raízes. Este fato está relacionado ao hábito endoparasita migrador desses nematoides. Quando as raízes morrem, os nematoides que a parasitavam migram para a raiz sadia mais próxima (STIRLING, 1991). Contudo, existe a sazonalidade da população ao longo do tempo de avaliação, devido à influência das condições climáticas. O pico populacional para *P. brachyurus* na terra foi entre 150 e 160 dias (janeiro de 2008) após a inoculação dos nematoides. A partir da inflexão da curva, os valores caíram progressivamente quão maiores foram os níveis iniciais do inóculo. CASTILHO & VOVLAS (2007) observaram que a população de *P. brachyurus* em solo sob cultivo de milho exibiu flutuação populacional com declínio durante o período de crescimento, provavelmente causado pela migração do solo para as raízes.

Os níveis de inóculo não influenciaram a variação da população de nematoides presentes na terra aos 60, 240 e 300 dias após a inoculação. Porém, aos 180 dias, houve aumento linear do número de espécimes diretamente proporcional ao aumento do nível de inóculo inicial. O mesmo não ocorreu no caso da avaliação aos 120 dias onde houve aumento do número de nematoides até o nível de inóculo inicial com 1.000 espécimes/planta. Após o nível com 1.000, a curva sofre uma tendência de aumento da população no período até que, em um ponto intermediário entre os níveis 1.000 e 10.000, ocorre a inflexão da curva, iniciando uma redução progressiva da população dos nematoides no período até o nível de inóculo inicial com 100.000 espécimes/planta.

As diferenças detectadas entre os níveis de inóculo em relação às raízes são justificáveis, pois, por conta de seu hábito endoparasita migrador, na presença de raízes vivas o número de indivíduos de *Pratylenchus* spp. é consideravelmente maior no interior das raízes. Houve uma tendência de aumento gradual da população de *P. brachyurus* na terra até o nível de 1.000 indivíduos/planta e começa a sofrer redução quando a competição por espaço e alimento nas raízes se torna mais limitante (níveis de inóculo 10.000 e 100.000), dado a autocompetição (ALMEIDA, 2008). Aos 180 dias, o crescimento das raízes propiciou espaço vital suficiente para suportar aumentos progressivos da população, diretamente proporcional ao aumento do nível de inóculo inicial. Nas avaliações posteriores ocorreu redução geral da população, sendo que, o nível de inóculo inicial passa a não influenciar o número de indivíduos presente na terra (Figuras 2A e 2B).

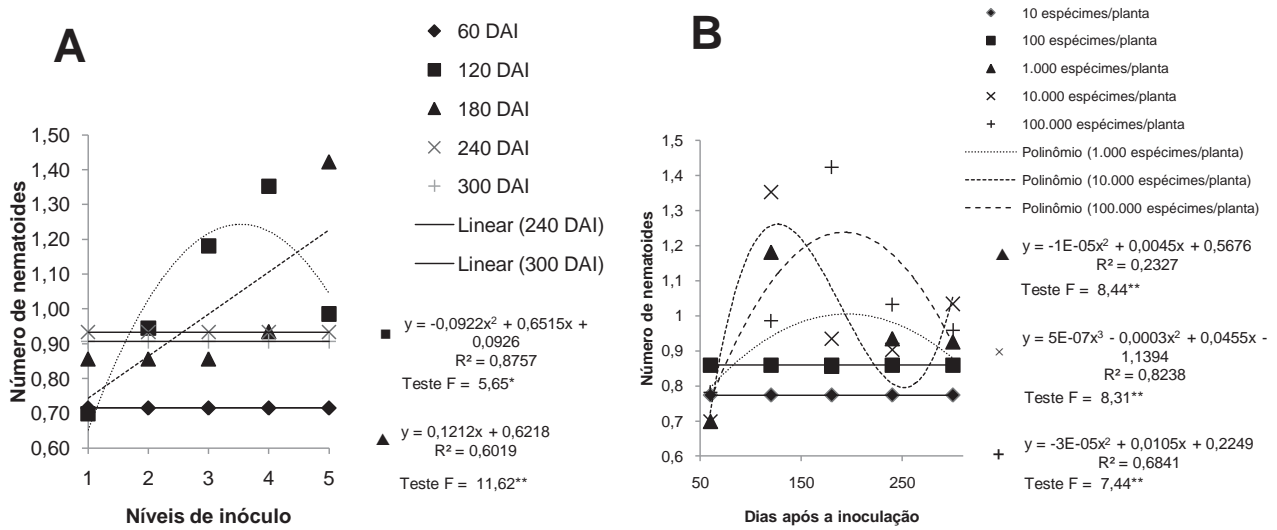


Figura 2. Inter-relação entre níveis de inóculo inicial e a população de *Pratylenchus brachyurus* na terra cultivada com cana-de-açúcar, da variedade CTC 2, no decorrer de um ano. A) Efeito de níveis crescentes de inóculo inicial em cinco períodos de avaliação. Eixo x com níveis de inóculo inicial transformados em Log. B) Flutuação populacional no decorrer de um ano para os diferentes níveis de inóculo. Médias transformadas em log (x +5) para análise de regressão.

Em relação ao número de indivíduos encontrados nas raízes, houve aumento linear diretamente proporcional ao aumento do nível de inóculo inicial. Conquanto tenha havido redução da população no tratamento relativo ao nível 100.000 indivíduos/planta, aos 120 dias, provavelmente, os nematoides que sobreviveram no solo tenham migrado para as raízes que foram formadas no período, resultando no aumento da densidade da população do nematoide nas raízes aos 240 dias, destacando este tratamento como o mais favorável à multiplicação de *P. brachyurus* no período avaliado (Figura 3A). Considerando-se todos os níveis de inóculo inicial de *P. brachyurus*, o pico populacional ocorreu em aproximados 170 a 180 dias (fevereiro de 2008) após a aplicação dos tratamentos.

Os dados da Figura 3B indicam que, em relação aos tratamentos com níveis de inoculação inicial com 10 e 100 espécimes de *P. brachyurus*/planta, devido à baixa infestação inicial, os valores para população nos diferentes períodos estiveram entre os mais baixos quando comparados aos demais níveis. Entretanto, houve aumento linear para ambos os tratamentos, diretamente proporcional ao número de dias após a inoculação. Para as plantas que receberam os níveis 1.000, 10.000 e 100.000 indivíduos/planta, o pico populacional foi semelhante, sendo que, a densidade de 10.000 indivíduos/planta se destacou das demais, resultando em maior número de nematoides em todos os períodos avaliados, excetuando-se apenas na avaliação de 60 dias, quando se observa pequeno incremento no nível 1.000 e 10.000 em relação aos demais tratamentos inoculados com *P. brachyurus*.

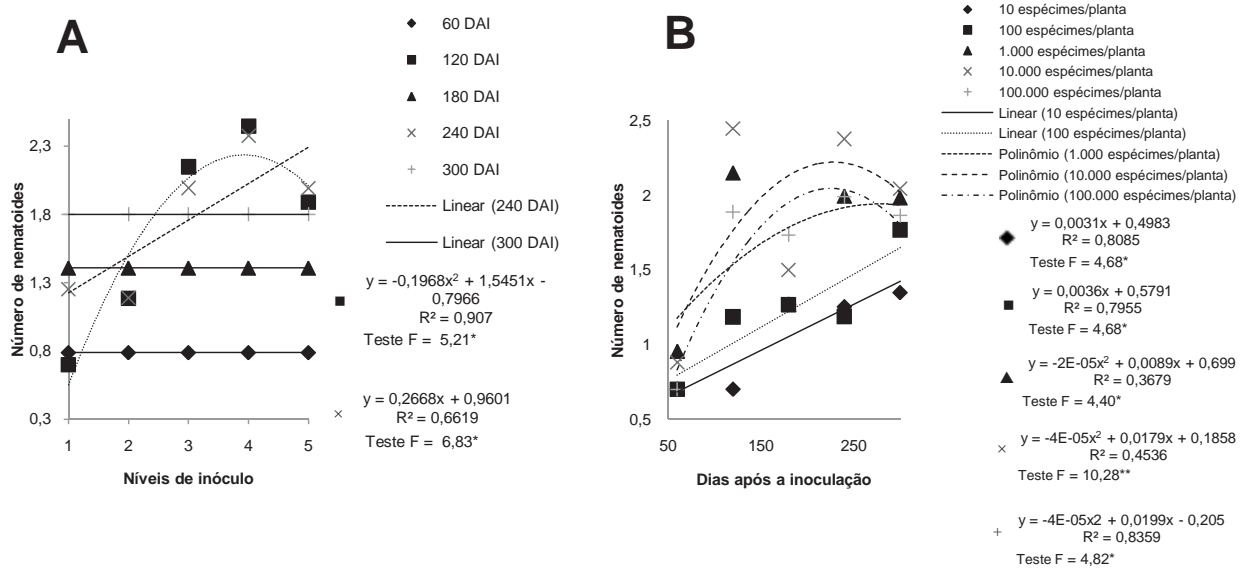


Figura 3. Inter-relação entre níveis de inóculo inicial e a população de *Pratylenchus brachyurus* nas raízes de cana-de-açúcar, variedade CTC 2, no decorrer de um ano. A) Efeito de níveis crescentes de inóculo inicial em cinco períodos de avaliação. Eixo x com níveis de inóculo inicial transformados em Log. B) Flutuação populacional no decorrer de um ano para os diferentes níveis de inóculo. Médias transformadas em log (x +5) para análise de regressão.

A Tabela 2 representa a análise de variância para o número de espécimes de *P. zae* em 100 cm³ de terra e 10 gramas de raízes nos cinco níveis de população inicial e cinco períodos de avaliação. Considerando-se a média dos valores dos cinco períodos de avaliação, o nível de inóculo inicial não influenciou significativamente na população encontrada na terra. Porém, houve influencia marcante dos períodos de avaliação tanto na terra, quanto nas raízes. Ao contrário do observado em relação à *P. brachyurus*, o nível de inóculo inicial não proporcionou diferença significativa para o número de nematoides nas raízes. Esse fato deve estar relacionado ao maior potencial biótico de *P. zae* comparado a *P. brachyurus*, haja vista, os valores populacionais médio para as duas espécies (Tabelas 1 e 2). OLOWE & CORBET (1976) citado por KIMENJU et. al (1998) atribuem a dominância populacional de *P. zae* a campo sobre *P. brachyurus* ao seu maior potencial biótico e sua maior tolerância a fatores de estresse ambiental. A temperatura foi provavelmente o principal fator que influenciou as variações populacionais obtidas nas condições experimentais, uma vez que as plantas foram irrigadas.

Tabela 2. Análise de variância da população de *Pratylenchus zae* inoculado em níveis crescentes na variedade CTC 2 de cana-de-açúcar (20/10/2007), em cinco períodos de avaliação (Pradópolis, SP).

Populações (P)	NNS ¹	NNR ²
10	60,2	831,4
100	53,1	358,8
1.000	83,6	910,0
10.000	99,0	1152,9
100.000	91,4	766,6
Teste F para P	0,9 ^{NS}	2,2 ^{NS}
Períodos de Avaliação (PA)		
60	16,8	305,4
120	166,8	2030,2
180	140,5	1043,1
240	38,2	272,8
300	25,1	368,0
Teste F para PA	19,5**	18,1**
Teste F para P x PA	0,6 ^{NS}	1,6 ^{NS}
C.V. (%)	25,3	41,4

NNS¹ = Número de nematoides em 100 cm³ de terra

NNR² = Número de nematoides em 10 g de raízes

**Diferença significativa a 1% de probabilidade

^{NS} Não apresentou diferenças significativas

CASTILHO & VOVLAS (2007) citam mudanças na temperatura do solo como fator determinante na sobrevivência de *Pratylenchus* spp. A população obtida em cada período de avaliação da terra foi mais influenciada pelos níveis de inóculo de *P. brachyurus* que os de *P. zaeae*.

Quando considerados todos os períodos de avaliação, o número de espécimes na terra não sofreu influência significativa dos diferentes níveis de *P. zaeae* inoculados (Figura 4A). Porém, como representado na Figura 4B, o pico populacional médio deste nematoide na terra ocorreu entre 140 e 150 dias após a inoculação (janeiro de 2008). Esse período é muito próximo ao pico observado para *P. brachyurus* (Figura 2B). Os diferentes níveis de inóculo de *P. zaeae* não influenciaram significativamente o número de indivíduos na terra, à exceção da avaliação aos 120 dias, onde o aumento populacional foi diretamente proporcional ao nível de inóculo inicial (Figura 4A). *Pratylenchus brachyurus* apresentou o mesmo comportamento, mas, aos 180 dias. Aos 120 dias, *P. brachyurus* obteve maior população na terra quanto maior o nível de inóculo até o nível de 10.000/planta, a partir do qual houve valores decrescentes (Figura 2A). Quanto às variações na população de *P. zaeae*, os maiores níveis de inóculo (10.000 e 100.000) proporcionaram inflexão prematura da curva em relação aos demais níveis (Figura 4B).

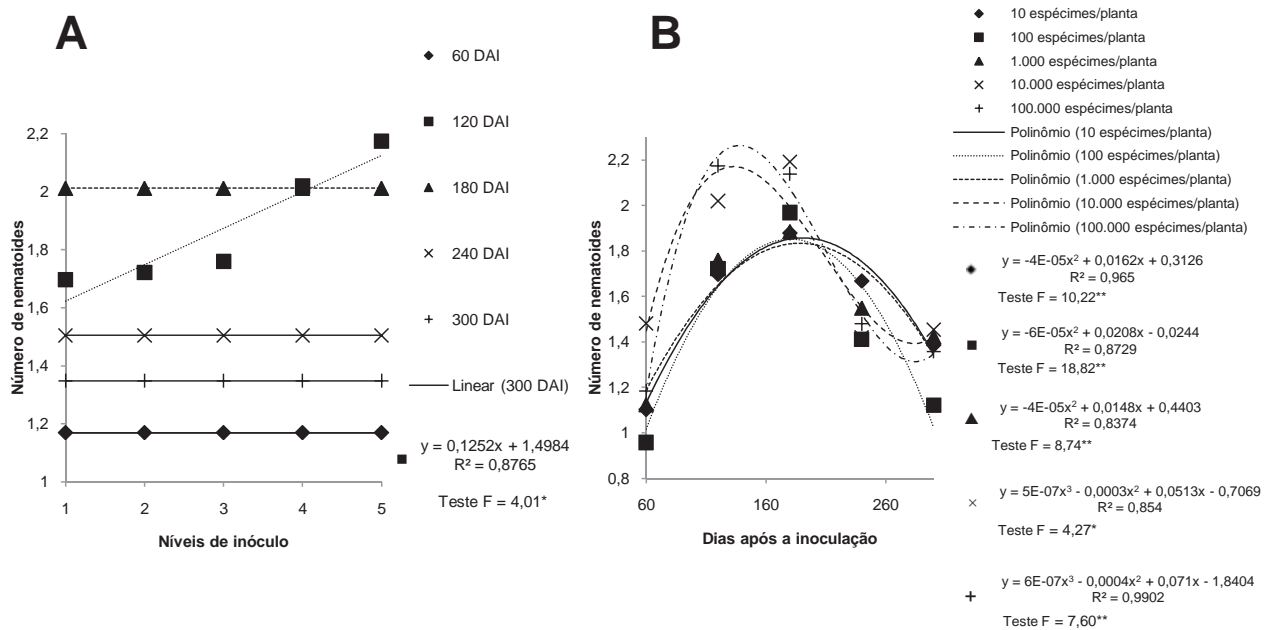


Figura 4. Inter-relação entre níveis de inóculo inicial e a população de *Pratylenchus zae* na terra cultivada com cana-de-açúcar, da variedade CTC 2, no decorrer de um ano. A) Efeito de níveis crescentes de inóculo inicial em cinco períodos de avaliação. Eixo x com níveis de inóculo inicial transformados em Log. B) Flutuação populacional no decorrer de um ano para os diferentes níveis de inóculo. Médias transformadas em log (x + 5) para análise de regressão.

Na Figura 5A fica evidente a semelhante tendência dos valores de população de *P. zaeae* em 10 gramas de raízes proporcionados pelos cinco níveis de inóculo, à exceção dos valores obtidos aos 240 e 300 dias onde os níveis não influenciaram significativamente, denotando condição populacional de igualdade entre os tratamentos relativos à *P. zaeae*. A Figura 5B representa a flutuação populacional de *P. zaeae* durante as cinco avaliações. A inflexão das curvas foi muito semelhante entre os diferentes níveis de inóculo inicial, ocorrendo entre 130 e 140 dias depois da aplicação dos tratamentos. O pico populacional para *P. brachyurus* nas raízes, foi mais tardio (Figura 3B), denotando maior capacidade reprodutiva de *P. zaeae* (Figura 5B). À exceção dos demais, o nível com 100 espécimes de *P. zaeae* proporcionou pico somente 210 dias depois da inoculação, assemelhando-se ao obtido para os níveis maiores ou iguais a 1.000 espécimes de *P. brachyurus*. Esse fato denota a baixa capacidade da planta em suportar altas populações de *P. brachyurus*.

Suscetibilidade em nematologia é a capacidade da planta em favorecer o desenvolvimento e a reprodução do nematoide (Sasser et al., 1984) e é determinada através do fator de reprodução ou FR (população final/população inicial), onde valores menor ou igual a 1 caracteriza a resistência. Os dados relativos ao fator de reprodução aos 120 dias após a inoculação (DAI) indicam que a variedade de cana CTC 2 pode ser classificada como suscetível à *P. zaeae* pois, 120 DAI, as plantas que receberam os níveis de inóculo com 10, 100 e 1.000 espécimes já apresentavam $FR > 1$. Quanto a *P. brachyurus*, a variedade de cana-de-açúcar foi classificada como resistente aos 120 DAI, no entanto, 300 DAI, os níveis com 10 e 100 espécimes/planta já apresentavam $FR > 1$ (Tabela 3). Este fato deve estar relacionado ao número de ciclos do nematoide na cultura durante cada período; a capacidade da planta em suportar elevado número de espécimes; as condições climáticas que podem favorecer ou não a multiplicação dos nematoides e ao potencial biótico de cada espécie de nematoide. Os resultados aos 120 DAI corroboram com os obtidos por Barbosa, 2008.

Tabela 3. Fator de Reprodução de *Pratylenchus brachyurus* e *P. zae* , aos 120 e 300 dias após a inoculação dos nematoides, em relação a cinco níveis crescentes de inóculo, na variedade CTC 2 de cana-de-açúcar (Pradópolis, SP).

Populações	Fator de Reprodução			
	120 DAI		300 DAI	
	<i>Pratylenchus brachyurus</i>	<i>P. zae</i>	<i>Pratylenchus brachyurus</i>	<i>P. zae</i>
10	0,00	241,52	7,66	37,68
100	0,25	5,49	2,30	3,83
1.000	0,48	3,06	0,11	0,23
10.000	0,07	0,29	0,02	0,05
100.000	0,01	0,02	0,00	0,00

DAI = dias após a inoculação dos nematoides.

Aos 300 DAI, a população de *P. brachyurus* e *P. zae* nas plantas relativas ao tratamento que recebeu 10 espécimes, já se assemelhava as que receberam o com 100.000 espécimes, portanto, em uma área a campo que tenha sido detectada a simples presença de nematoides de qualquer uma das duas espécies, deverá receber tratamento para controle de nematoides na soqueira.

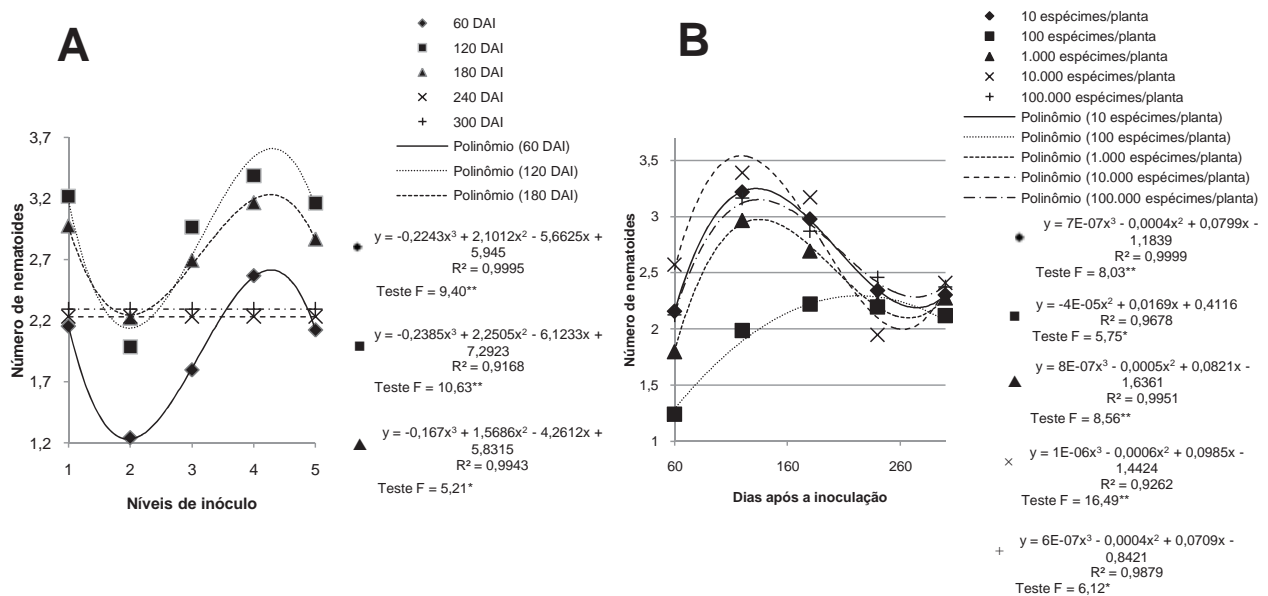


Figura 5. Inter-relação entre níveis de inóculo inicial e a população de *Pratylenchus zaei* nas raízes de cana-de-açúcar da variedade CTC 2 no decorrer de um ano. A) Efeito de níveis crescentes de inóculo inicial em cinco períodos de avaliação. Eixo x com níveis de inóculo inicial transformados em Log. B) Flutuação populacional no decorrer de um ano para os diferentes níveis de inóculo. Médias transformadas em log (x + 5) para análise de regressão. Pradópolis, SP.

Efeito da inoculação em níveis crescentes de *Pratylenchus brachyurus* e *P. zae* sobre variáveis biométricas e quantitativas

Os níveis de inóculo inicial de *P. brachyurus* e *P. zae* não influenciaram o número de perfilhos e de colmos industrializáveis. Porém, o número de colmos industrializáveis na testemunha foi significativamente maior (Tabela 4). Quanto ao número de internódios, *P. brachyurus* no nível de 100.000 espécimes/planta, proporcionou maiores valores que *P. zae* (Tabela 5).

Tabela 4. Análise de variância para o número perfilhos, internódios e colmos industrializáveis em plantas de cana-de-açúcar da variedade CTC 2, inoculadas com níveis crescentes de *Pratylenchus brachyurus* ou *P. zae* e sem inoculação. Pradópolis, 20 de outubro de 2008.

Nematoide (N)	Nº de Perfilhos por planta	Nº de Internódios por colmo	Nº de Colmos Industrializáveis por planta
Pb	9,07	22,0	4,7
Pz	9,03	21,5	4,4
Teste F para N	0,00 ^{NS}	1,72 ^{NS}	1,80 ^{NS}
Populações (P)			
10	8,8	21,8	4,2
100	8,2	22,0	4,5
1.000	9,5	21,7	4,4
10.000	9,8	21,7	5,0
100.000	8,9	21,6	4,6
Teste F para P	0,66 ^{NS}	0,10 ^{NS}	0,92 ^{NS}
Teste F para N x P	0,23 ^{NS}	2,65*	1,17 ^{NS}
Testemunha (T)	7,0 a	23,0 a	6,3 a
Fatorial (F)	9,0 a	21,8 a	4,5 b
T vs. F	3,13 ^{NS}	3,44 ^{NS}	14,67**
C.V. (%)	27,83	6,47	21,19

*Diferença significativa a 5% de probabilidade;

**Diferença significativa a 1% de probabilidade.

^{NS} Não apresentou diferenças significativas.

Pb = *Pratylenchus brachyurus*. Pz = *Pratylenchus zae*

Tabela 5. Desdobramento da interação entre *Pratylenchus brachyurus* x *P. zae* em seus respectivos níveis de inóculo inicial para o número de internódios presente. Pradópolis, 20 de outubro de 2008.

Espécies de nematoide	Níveis de Inóculo					Teste F
	10	100	1000	10.000	100.000	
Pb	21,8 Aa	21,6 Aa	21,4 Aa	22,4 Aa	22,9 Aa	0,98 ^{NS}
Pz	21,9 Aa	22,3 Aa	22,1 Aa	20,9 Aa	20,3 Ab	1,77 ^{NS}
Teste F	0,01 ^{NS}	0,6 ^{NS}	0,6 ^{NS}	2,7 ^{NS}	8,4**	-

**Diferença significativa a 1% de probabilidade

^{NS} Não apresentou diferenças significativas

Médias seguidas de letras iguais maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si.

Pb = *Pratylenchus brachyurus*

Pz = *Pratylenchus zae*

Os nematoides, seus respectivos níveis de inóculo e a testemunha, não diferiram estatisticamente entre si em relação à massa fresca dos ponteiros. Contudo, valores significativamente maiores da massa fresca da parte aérea foram obtidos para a testemunha em relação aos demais tratamentos que não apresentaram diferenças significativas entre si. O volume e a massa fresca para a testemunha foram 0,57 dm³ e 2,95 kg/planta, no entanto, para o fatorial foram de 0,40 dm³ e 1,76 kg/planta, respectivamente, portanto, as perdas provocadas pelas espécies de nematoide, considerando-se todos os níveis inoculados foram de 29,82% e 40,34% (Tabela 6).

Tabela 6. Análise de variância para o diâmetro dos colmos no 3º nó, comprimento do colmo até a inserção da folha +1 e o volume estimado do colmo em plantas da variedade CTC 2, inoculadas com níveis crescentes de *Pratylenchus brachyurus* ou *P. zae* e sem inoculação. Pradópolis, 20 de outubro de 2008.

Nematoide	Volume (dm ³)	Diâmetro do colmo (mm)	Comprimento do colmo até a folha +1 (m)	Massa Fresca dos colmos (kg/planta)
Pb	0,38	21,9	2,2	1,68
Pz	0,41	22,7	2,2	1,84
Teste F	1,21 ^{NS}	1,29 ^{NS}	0,23 ^{NS}	0,93 ^{NS}
Populações (P)				
10	0,42	23,1	2,2	1,68
100	0,41	22,6	2,3	1,82
1.000	0,41	22,5	2,2	1,66
10.000	0,37	21,4	2,1	1,70
100.000	0,39	22,1	2,3	1,96
Teste F para P	0,52 ^{NS}	0,61 ^{NS}	1,80 ^{NS}	0,47 ^{NS}
Teste F para N x P	1,39 ^{NS}	1,33 ^{NS}	1,28 ^{NS}	1,07 ^{NS}
Testemunha (T)	0,57 a	27,0 a	2,7 a	2,95 a
Fatorial (F)	0,40 b	22,3 b	2,2 b	1,76 b
Teste F p/ T vs. F	17,76**	15,56**	20,45**	18,36**
C.V. (%)	21,40	11,07	10,40	31,45

**Diferença significativa a 1% de probabilidade

^{NS} Não apresentou diferenças significativas

Pb = *Pratylenchus brachyurus*

Pz = *Pratylenchus zae*.

Não houve diferenças significativas entre os nematoides e seus respectivos níveis em relação às variáveis: Volume e Diâmetro dos colmos e Comprimento até a folha +1. Porém, a Testemunha se destacou com os maiores valores para as três

variáveis (Tabela 6), denotando os danos causados pelos nematoides à cultura. Os níveis para *P. zaeae* influenciaram essas variáveis de forma inversamente proporcional ao aumento dos valores, ou seja, quanto maior o nível, menor o valor das variáveis, a exceção do comprimento até a folha +1, o qual apresentou pequeno acréscimo entre os níveis de inóculo inicial com 10 e 100 espécimes/planta. A partir deste, iniciou-se a redução dos valores da variável até o nível 10.000, quando houve nova inflexão da curva (Figura 6). As oscilações ocorridas para o comprimento até a folha +1 nas plantas relativas à *P. zaeae* devem estar relacionadas a duas inter-relações entre patógeno e hospedeiro. A primeira é a resposta da planta que após a quebra da dominância apical das raízes provocada pelo ataque da praga em baixos níveis de população (10 e 100 espécimes/planta), tenta se recuperar emitindo raízes laterais que acabam estimulando o desenvolvimento inicial da planta. Com o aumento da infestação, a planta não consegue compensar os danos e passa a apresentar retardamento em seu desenvolvimento. Em relação ao aumento, a partir do nível com 10.000 espécimes por planta, a alta infestação inicial proporcionada pelo nível 100.000 nematoides/planta, causou acirrada competição entre os espécimes de *P. zaeae* por raízes. Conseqüentemente, houve morte de maior número de raízes e morte por inanição de vários nematoides inoculados, resultando na redução da infestação nos primeiros 60 dias. Com sua renovação constante de raízes, a cana conseguiu se recuperar um pouco, mas devido à alta infestação da terra com indivíduos sobreviventes, os danos continuaram a ocorrer como podemos observar ao analisar os outros dados biométricos (Figura 6).

Houve maior número de internódios nos colmos de plantas inoculadas com *P. brachyurus* e não houve diferenças significativas em relação ao comprimento médio dos colmos para as espécies de nematoide, portanto, *P. brachyurus* provocou maiores danos à cultura (Figura 6B e C).

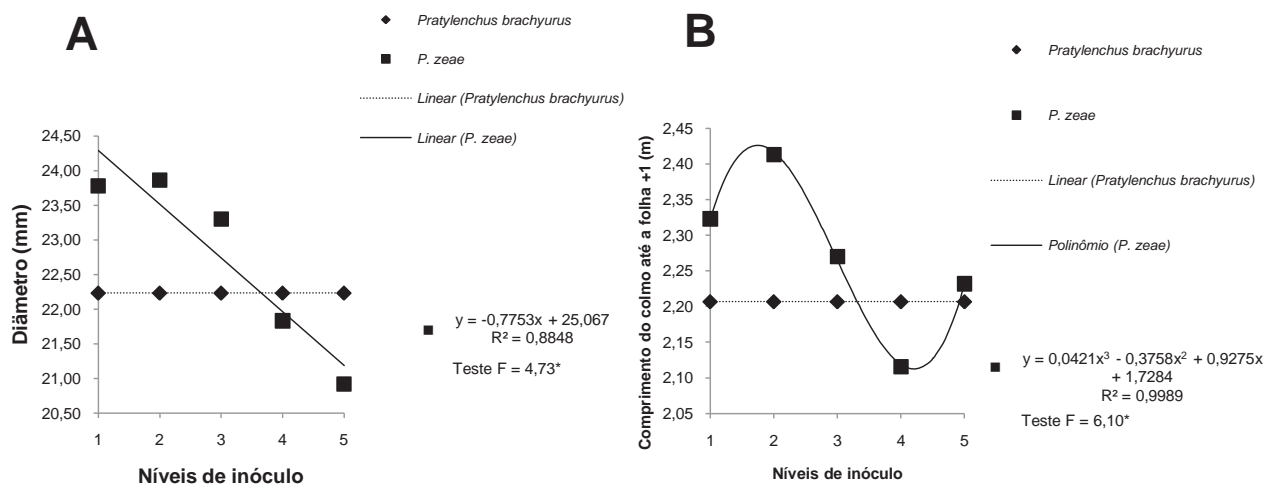


Figura 6. Efeito comparativo da inoculação em níveis crescentes de *Pratylenchus brachyurus* (PB) e *P. zeae* (PZ), representados pela cor preta e vermelha, respectivamente, sobre variáveis biométricas. A) Diâmetro, B) Comprimento, C) Número de internódios e D) Volume estimado dos colmos de cana-de-açúcar da variedade CTC 2. Eixo x com níveis de inóculo inicial transformados em Log. Médias transformadas em log (x +5) para análise de regressão. Pradópolis, SP, 20 de outubro de 2008.

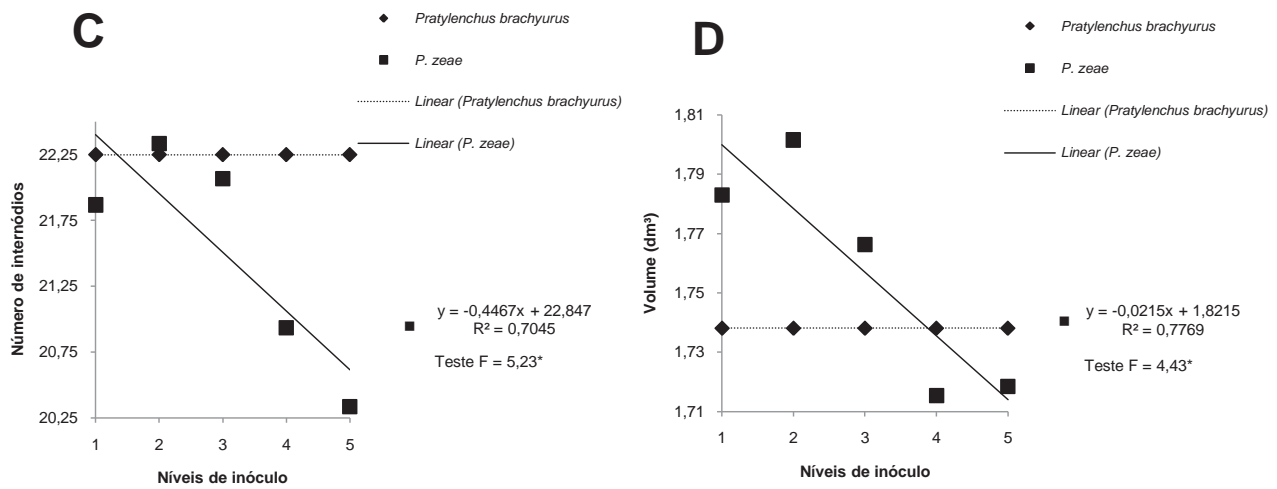


Figura 6 (continuação). Efeito comparativo da inoculação em níveis crescentes de *Pratylenchus brachyurus* (PB) e *P. zeae* (PZ), representados pela cor preta e vermelha, respectivamente, sobre variáveis biométricas. A) Diâmetro, B) Comprimento, C) Número de internódios e D) Volume estimado dos colmos de cana-de-açúcar da variedade CTC 2. Eixo x com níveis de inóculo inicial transformados em Log. Médias transformadas em log (x +5) para análise de regressão. Pradópolis, SP, 20 de outubro de 2008.

ALMEIDA (2008) estudou o efeito de níveis crescentes de *M. enterolobii* Young & Eisenback (1983) em goiabeira e verificou que no maior nível utilizado (10.000 ovos e juvenis/planta) houve competição entre os espécimes, reduzindo a população dos nematoides. Os valores de volume estimado e diâmetro dos colmos das plantas inoculadas com *P. brachyurus* em seus respectivos níveis foram semelhantes aos obtidos para o nível com 10.000 espécimes do inóculo inicial de *P. zaeae* (Figura 6). Portanto, 10 indivíduos presentes inicialmente foram suficientes para causar danos semelhantes aos causados por 10.000 de *P. zaeae*.

O número de colmos industrializáveis na testemunha foi significativamente maior evidenciando os danos causados pelas espécies de nematoide à cultura.

Maior número de internódios em um mesmo comprimento redundam em maior quantidade de fibra e menor de sacarose. Portanto, como houve maior número de internódios nos colmos de plantas inoculadas com *P. brachyurus* e não houve diferenças significativas em relação ao comprimento médio dos colmos para as espécies de nematoide (Tabela 6), *P. brachyurus* provocou maiores danos à cultura.

BARBOSA (2008) avaliou nove variedades de cana-de-açúcar quanto ao fator de reprodução de *P. brachyurus* (População final/população inicial) para avaliação determinação da resistência dos materiais (Fator de reprodução menor que 1) e apenas uma das variedades foi classificada como suscetível, sendo CTC 2, classificada como suscetível. Se considerarmos esses resultados e os obtidos no presente trabalho, podemos inferir que a baixa taxa reprodutiva de *P. brachyurus* em relação à *P. zaeae* nas variedades de cana-de-açúcar dificulta a detecção de *P. brachyurus* em altas populações a campo, contudo, essas baixas populações podem resultar em danos ainda maiores que altas populações de *P. zaeae*, às variedades hipersensíveis à *P. brachyurus*, as quais, a simples presença deste nematoide em amostras realizadas logo após o corte ou em áreas de reforma, já será suficiente para causar danos à cultura.

Os nematoides não diferiram entre si em relação a Fibra%. As demais variáveis apresentaram diferenças para a interação nematoides x população inicial inoculada (Tabela 7).

Tabela 7. Análise de variância para as variáveis tecnológicas relativas aos colmos de plantas da variedade CTC 2, inoculadas com níveis crescentes de *Pratylenchus brachyurus* ou *P. zae* e sem inoculação. Pradópolis, 20 de outubro de 2008.

Nematoide (N)	Brix(%)	Pol% cana (PC)	Pureza	Fibra (%)	ATR
Pb	21,32	15,7	89,72	13,87	153,51
Pz	21,14	15,6	89,45	13,59	152,64
Teste F para N	0,86 ^{NS}	0,38 ^{NS}	1,64 ^{NS}	1,71 ^{NS}	0,33 ^{NS}
Populações (P)					
10	21,21	15,57	89,72	13,96	152,5
100	20,74	15,25	89,24	13,57	149,6
1.000	21,41	15,82	89,76	13,61	154,9
10.000	21,40	15,73	89,72	13,90	154,0
100.000	21,38	15,76	89,48	13,60	154,4
Teste F para P	1,75 ^{NS}	1,59 ^{NS}	0,86 ^{NS}	0,58 ^{NS}	1,60 ^{NS}
Teste F para N x P	4,26*	4,88**	5,21**	1,04 ^{NS}	4,78**
Testemunha	21,43	15,81	89,74	13,72	154,8
Fatorial	21,23	15,62	89,58	13,73	153,1
Teste F para T vs. F	0,40 ^{NS}	0,48 ^{NS}	0,19 ^{NS}	0,00 ^{NS}	0,48 ^{NS}
C.V. (%)	2,50	2,85	0,65	4,34	2,70

**Diferença significativa a 1% de probabilidade

Pb = *Pratylenchus brachyurus*

Pz = *Pratylenchus zae*

Os menores valores de ATR, PC E Pureza foram obtidos para o nível de inóculo inicial com 100 espécimes/planta de *P. zae*, tanto quando considerados todos os níveis de inóculo, quanto em relação a *P. brachyurus*. Este fato está relacionado à reduzida população que ocorreu para este mesmo nível de *P. zae* nas raízes, quando considerada a média de todos os períodos de avaliação (Figura 5A). O maior valor para as variáveis ATR, Brix% e PC foi obtido para *P. zae* com o nível de 100.000 espécimes inoculados/planta e, mais uma vez, a variável acompanhou a população de nematoides para o nível em questão (Figuras 5A, 7A, 7B, 8A).

Os valores da variável Pureza obtidos pelas plantas que receberam inoculação de *P. brachyurus* não diferiram entre si (Figura 8B).

Para os níveis de inóculo inicial com *P. zaeae*, o que proporcionou o menor valor entre eles e em relação a *P. brachyurus*, foi o nível com 100 espécimes/planta. O ocorrido tem relação com a reduzida população que ocorreu para este nível de *P. zaeae* nas raízes, quando considerada a média de todos os períodos de avaliação (Figura 5A).

Os valores ATR%, Pol% cana (PC) e Pureza das plantas relativas à inoculação dos níveis crescentes de *P. zaeae*, foram semelhantes à população do nematoide nas raízes para maioria dos períodos de avaliação nematológica (Figura 5A). Essa tendência também ocorreu em relação ao ATR% e PC, para a população de *P. brachyurus* na terra e raízes, 120 dias após a inoculação dos nematoides (Figuras 2A e 3A). As curvas relativas às variáveis ATR% e PC, nas plantas inoculadas com *P. zaeae*, são inversamente proporcionais à obtida para o comprimento até a folha +1, e também possuem padrão inverso para as variáveis diâmetro, número de internódios e volume do colmo, porém, linearmente (Figura 6, 7A e 8A).

Os níveis de inóculo de *P. brachyurus* não influenciaram significativamente as variáveis Brix% e Pureza. Este fato deve estar relacionado à hipersensibilidade ou intolerância da variedade CTC 2 a este neste nematoide, visto que, 10 espécimes de inóculo inicial causaram danos semelhantes ao de 10.000 espécimes de *P. zaeae* (Figuras 6A e 6D). Houve acréscimo dos valores de Brix%, diretamente proporcional ao aumento no nível de inóculo inicial de *P. zaeae*, porém inversamente proporcional as variáveis biométricas diâmetro, número de internódios e volume dos colmos, além de também possuir tendência contrária à da curva relativa ao comprimento até a folha +1 (Figuras 5 e 7B).

O nível com 100.000 espécimes de *P. zaeae* proporcionou maiores valores de ATR, PC e Brix% (Figuras 7 e 8A). Esses resultados são compatíveis ao ocorrido com a população de nematoides, quando considerada a média populacional de todos os períodos de avaliação (Figuras 5A).

O parasitismo de nematoides provoca redução na capacidade de absorção de água e nutrientes. A planta fica subdesenvolvida, com colmos menores e em menor quantidade (Tabela 6). Portanto, quanto maiores os danos provocados pelos nematoides, maior a concentração dos sólidos presentes no colmo da cana-de-açúcar, inclusive os açúcares, proporcionando maiores valores de ATR%, Pol% cana e Pureza do caldo extraído dos colmos de cana-de-açúcar (Figuras 7 e 8). Porém, isso não redundará em benefícios ao produtor de cana-de-açúcar, pois, esse aumento do ATR%, Pol% cana e Pureza é acompanhado de baixa produtividade.

A variedade de cana CTC 2 pode ser classificada como suscetível à *Pratylenchus zae* e intolerante à *P. brachyurus*, sendo ambas as espécies de nematoide causadoras de severos danos à cultura. Os termos tolerância e seu oposto, intolerância, são utilizados para descrever a habilidade da planta em resistir à infecção do nematoide; plantas intolerantes sofrem injúrias, exibem menor crescimento e em alguns casos chegam a morrer (EVANS & HAYDOCK, 1990; TRUDGILL, 1991).

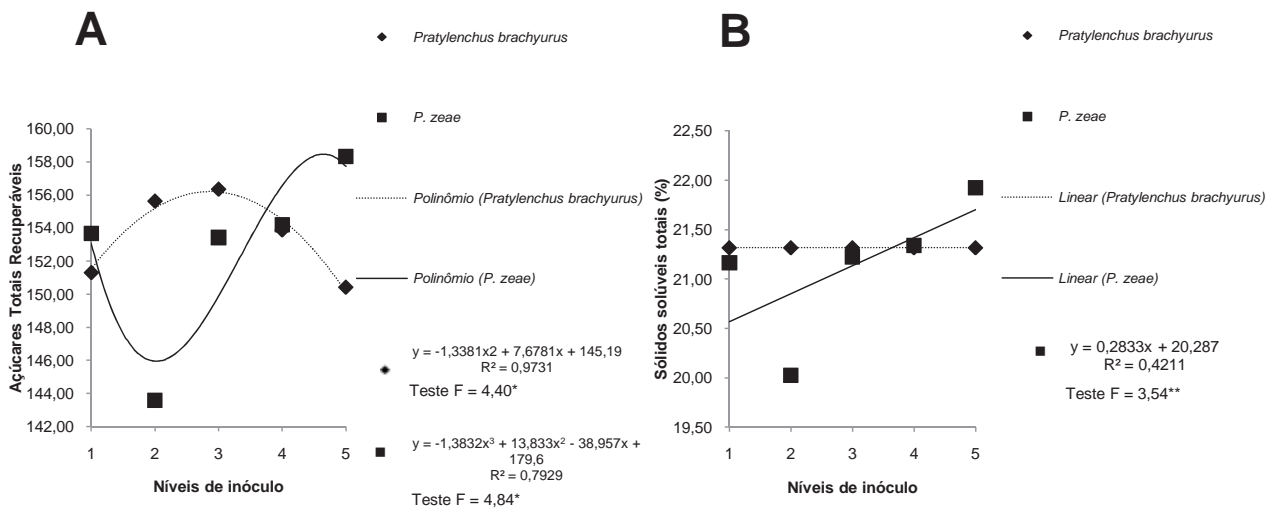


Figura 7. Efeito comparativo da inoculação em níveis crescentes de *Pratylenchus brachyurus* (PB) e *P. zeae* (PZ), representados pela cor preta e vermelha, respectivamente, sobre as variáveis A) açúcares totais redutores (ATR) e B) Percentual de sólidos solúveis totais (Brix%), do caldo extraído de colmos de cana-de-açúcar da variedade CTC 2. Pradópolis, 20 de outubro de 2008.

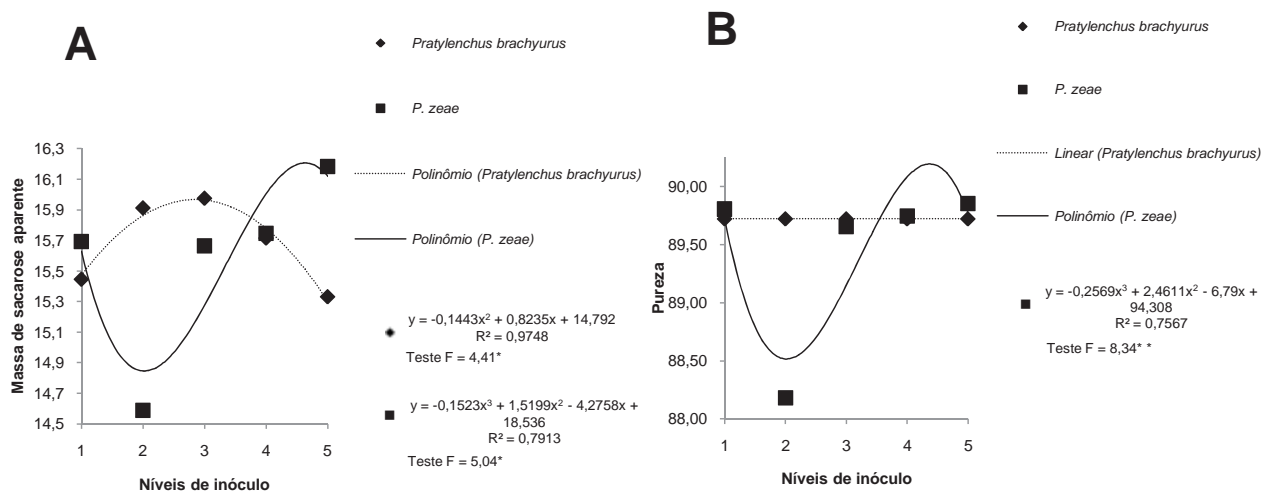


Figura 8. Efeito comparativo da inoculação em níveis crescentes de *Pratylenchus brachyurus* (PB) e *P. zeae* (PZ), representados pela cor preta e vermelha, respectivamente, sobre as variáveis tecnológicas A) Percentual da massa de sacarose aparente (PC%) e B) Pureza ou porcentagem de sacarose em relação ao de sólidos solúveis totais do caldo extraído dos colmos de colmos de cana-de-açúcar da variedade CTC 2. Pradópolis, 20 de outubro de 2008.

A Figura 9 representa o aspecto geral de plantas inoculadas com 10.000 espécimes de *P. brachyurus* e *P. zaeae*, além da testemunha sem nematoides. Na imagem é possível visualizar os danos causados à variedade de cana-de-açúcar CTC2 pelas espécies de nematoide.



Figura 9. Aspecto visual dos tratamentos na variedade de cana-de-açúcar CTC2. Testemunha (T0), *Pratylenchus brachyurus* (N1) e *P. zae* (N2) inoculadas com 10.000 espécimes/planta. Pradópolis, 20 de outubro de 2008.

Conclusões

- A variedade de cana CTC 2 pode ser classificada como suscetível à *Pratylenchus zae* e intolerante à *P. brachyurus*;
- O número de colmos industrializáveis na testemunha foi significativamente maior, evidenciando os danos causados pelas espécies de nematoide à cultura;
- Quanto maiores os danos provocados pelos nematoides, maior a concentração dos sólidos presentes no colmo da cana-de-açúcar, inclusive os açúcares, proporcionando maiores valores de ATR%, Pol% cana e Pureza do caldo extraído dos colmos de cana-de-açúcar;
- Os maiores valores obtidos às variáveis Brix%, ATR, PC e Pureza, foram proporcionados pelo nível de 100 espécimes de *P. brachyurus*/planta. O nível com 100.000 espécimes de *P. zae* proporcionou maiores valores de ATR, PC e Brix% e para ambos, esses resultados são diretamente proporcionais ao proporcionado à população dos nematoides;
- Baixa população inicial de *P. brachyurus* (10 espécimes) é suficiente para causar danos semelhantes a 10.000 espécimes de *P. zae*, portanto, *Pratylenchus brachyurus* é mais agressivo que *P. zae* à variedade de cana-de-açúcar CTC 2.

Referências

- ALMEIDA, E. J. **O nematoide de galha da goiabeira (*Meloidogyne mayaguensis* Ramah & Hirschmann, 1988): identificação, Hospedeiros e ação patogênica sobre goiabeiras** 2008. 95f. Tese de Doutorado (Doutorado em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.
- BANZATO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação Agrícola**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP: Fundação de apoio à Pesquisa Ensino e Extensão, 2008. 237 p.

BARBOSA, B. F. F. **Estudo das inter-relações patógeno-hospedeiro de *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood, *M. javanica* (Treub) Chitwood e *Pratylenchus brachyurus* (Godfrey) Filipjev & Schuurmans Stekhoven em cana-de-açúcar** 2008. 60f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Agronomia, área de concentração em Entomologia Agrícola) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.

CADET, P.; SPAULL, V. W. Nematode parasites of sugarcane. In: LUC, M.; SIKORA, R. A. & BRIDGE, J. **Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture**. C.A.B. Wallingford: International Institute of Parasitology, 2005. cap. 17, p. 645-674.

CAMPOS, H. de. **Estatística aplicada à experimentação com cana-de-açúcar**. Piracicaba: FEALQ, 1984. 292 p.

CASTILHO, P.; VOVLAS, N. Biology and Ecology of *Pratylenchus*. In: CASTILHO, P.; VOVLAS, N. ***Pratylenchus* (Nematoda: Pratylenchidae): Diagnosis, Biology, Pathogenicity and Management**. Leiden: Brill, 2007. Cap. 7, p. 305-324.

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

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

DINARDO MIRANDA, L. L. Nematoides e pragas de solo em cana-de-açúcar. **Encarte do informações agrônomicas nº 110**. Informações acessadas no site: [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). Junho, 2005.

DINARDO-MIRANDA, L. L. **Patogenicidade de *Pratylenchus brachyurus* e *Pratylenchus 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.; GIL, M. A.; GONÇALVES, R. F. Interação entre nematicidas e herbicidas aplicados no plantio da cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 24, n. 3, p. 557-562, 2006.

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.

EVANS, K.; HAYDOCK, P. P. J. A review of tolerance by potato plants of cyst-nematode attack, if consideration of what factors may confer tolerance and methods of assaying and improving it in crops. **Annals of Applied Biology**, Warwick, v.117, n. 3, p. 703-740, 1990.

GONZAGA, V. **CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA, MORFOMÉTRICA E MULTIPLICAÇÃO IN VITRO DAS SEIS ESPÉCIES MAIS COMUNS DE *Pratylenchus Filipjev*, 1936 QUE OCORREM NO BRASIL** 2006. 79f. Tese de Doutorado (Doutorado em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

GONZAGA, V.; SANTOS, J. M.; SILVA, V. R. Espécies de *Pratylenchus* ocorrentes em diferentes culturas. **Revista Brasileira de Fitopatologia**, Brasília, v. 29, p. 217, 2004.

JENKINS, W. R. A. Rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Reporter**, St. Paul, v. 48, n. 9, p. 692-692, 1964.

KIMENJU, J. W., WAUDO, S. W., MWANG'OMBE, A. W., SIKORA, R. A., SCHUSTE, R. P. Distribution of lesion nematodes associated with maize in kenya and susceptibility

of maize cultivars to *Pratylenchus zaeae*. **African Crop Science Journal**, v. 6, p. 367-375, 1998.

LANDELL, M. G. A.; SILVA, M. A. Manual do experimentador – melhoramento da cana-de-açúcar. In: Instituto agrônomo. **Metodologia de experimentação**: ensaios de competição em cana-de-açúcar, Pindorama, 1995, p. 3-9. Apostila.

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

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

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**, Mossoró, v.1, p.27-32, 1974.

RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H. **Outras culturas industriais**. In: Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). 2. Ed. Rev., Campinas: IAC. 1997. p.233-236. (Boletim Técnico, 100).

SASSER, J. N., CARTER, C. C., HARTMAN, K. M. Standardization of host suitability studies and reporting of resistance to root -knot nematodes. Raleigh: North Caroline State University, and United States Agency for International Development. 1984. p.7.

SASSER, J.N. & FRECKMAN, D.W. A world perspective on nematology:the role of the society. In: Veech, J.A. & Dickson, D.W. **Vistas on Nematology**. Maryland: Society of Nematologists, 1987. p.7-14.

SOUTHEY, J. F. **Laboratory methods for work with plant and soil nematodes**, (Ed). London: Minist. Agric. Fisch. Fd., 1970. 148 p. (Bulletin 2)

STEEL, R. G D & TORRIE, J. H. **Principles and procedures of statistics**. New York, McGraw, 1997, p.672.

STIRLING, G. R. **Biological control of plant-parasitic nematodes**. Wallingford, CAB International, 1991. p.282.

TRUDGILL, D. L. 1991. Resistance to and tolerance of plant parasitic nematodes in plants. **Annual Review of Phytopathology**, v.29, p.167-192.

CAPÍTULO 3 – MÉTODOS DE CONTROLE DE *Meloidogyne javanica* (TREUB) CHITWOOD NA VARIEDADE RB855453 DE CANA-DE-AÇÚCAR, CULTIVADA EM VASOS A CÉU ABERTO

Resumo - Controlar nematoides em cana-de-açúcar requer a soma de práticas que quebrem seu ciclo de vida. No presente trabalho foram comparados controles orgânica, biológico, ecológico e químico à *Meloidogyne javanica*, os danos causados e a influência dos tratamentos em variáveis biométricas, massa fresca e análise tecnológica do caldo extraído dos colmos da variedade RB855453 de cana-de-açúcar. O experimento foi instalado em vasos a céu aberto em terra infestada com *M. javanica*. O delineamento foi em blocos casualizados, com quatro repetições e seis vasos de 100 L/parcela. Os tratamentos foram: Agrolmin (ácidos húmicos e fúlvicos extraídos de turfa); Agrolmin + Fungos nematófagos; Fungos nematófagos; *Pochonia chlamydosporia*; Inoculação de *Helicotylenchus dihystera*; Carbofurano; Testemunha sem nematoides e Testemunha com nematoides. Os fungos utilizados na mistura foram: *Purpureocillium lilacinum*, *Arthrobotrys oligospora*, *A. musiformis* e *Monacrosporium leptosporum*. A população de nematoides foi avaliada aos 60, 120, 180, 240, 300 e 360 dias após a aplicação dos tratamentos e analisadas como parcelas subdivididas (Split-Plots). Os fungos nematófagos proporcionaram boa produtividade devido à proteção conferida às raízes, que se desenvolveram melhor, principalmente quando os fungos foram associados ao Agrolmin. O parasitismo de *H. dihystera* reduziu o de *M. javanica*, mas causou danos à cultura. Variedades suscetíveis e tolerantes à *H. dihystera* poderão constituir nova tática de manejo. A variedade é suscetível e intolerante a *M. javanica*.

Palavras-chave: nematoide de galha, controle biológico, controle ecológico, táticas de manejo, ácidos húmicos e fúlvicos.

Introdução

O controle de nematoides em culturas semi-perene como é o caso da cana-de-açúcar (espécies de *Saccharum* L.) possui certa complexidade devido ao número de ciclos de vida (de ovo a ovo) que o nematoide é capaz de completar até o corte subsequente ou renovação da cultura.

Os nematicidas químicos aldicarbe, carbofurano e terbufós são os produtos registrados para o controle na cultura da cana-de-açúcar (MAPA, 2012), portanto, têm sido a mais explorada alternativa utilizada em canaviais no Brasil. Com a ascendente busca pela substituição dessas alternativas altamente tóxicas ao homem e meio ambiente, práticas como utilização de variedades resistentes e rotação com culturas não hospedeiras e/ou antagonistas quebram o ciclo de vida do nematoide reduzindo sua população e conseqüentemente os danos à cultura vigente e à subsequente.

A utilização do controle biológico é uma tática de manejo sustentável e vêm sendo utilizado em diversas culturas para o controle de diferentes insetos e patógenos e nematoides no mundo todo. Os fungos nematófagos já possuem eficiência comprovada e dentre os agentes de controle biológico estão entre os mais estudados. O laboratório de Nematologia da UNESP/FCAV de Jaboticabal possui uma gama de isolados de diferentes espécies destes fungos e já foram desenvolvidas diversas teses, dissertações e trabalhos de conclusão de curso de graduação sobre o tema (MAIA, 2000; BERNARDO, 2002, CORBANI, 2002; BARBOSA, 2005; KRZYZANOWSKI, 2006; SOARES, 2006; MARTINELLI, 2008; NUNES, 2008; MARTINELLI, 2011).

No Brasil, *Pratylenchus zaei* Graham, *Meloidogyne javanica* (Treub, 1885) Chitwood, 1949 e *M. incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949 são as espécies-chave para a cana-de-açúcar, sendo que *M. javanica* e *P. zaei* causam prejuízos da ordem de 20 a 30 % de redução da produção, porém o mais agressivo ainda é *M. incognita*, que chega a reduzir de 40 a 50%, já no primeiro corte (DINARDO MIRANDA, 2012). Contudo, BARBOSA & SANTOS (2009) realizaram dois experimentos para verificar inter-relações entre *M. incognita*, *M. javanica* e *Pratylenchus brachyurus* em cana-de-açúcar e concluíram que *M. javanica* é mais agressivo que *M. incognita*,

conquanto a taxa reprodutiva de *M. incognita* tenha sido sensivelmente maior. A maior taxa foi atribuída ao maior potencial biótico de *M. incognita*.

O nematoide *Helicotylenchus dihystera* (Coob) Sher (1961) é constantemente encontrado associado à cana-de-açúcar. Shaun Berry, 2010 (dados não publicados) levantou a hipótese de que o aumento da população desta espécie estaria influenciando a redução da população das espécies-chave para a cultura. Caso a prerrogativa seja válida, variedades consideradas boas hospedeiras, porém tolerantes a este nematoide, poderiam ser mais uma ferramenta em sistemas de manejo dos nematoides reconhecidamente mais danosos.

No presente trabalho objetivou-se verificar o efeito comparativo do controle de *M. javanica* com tratamentos de origem biológica; ecológica; orgânica associado ou não ao de origem biológica e o tratamento químico, bem como, os danos e a influência dos tratamentos em variáveis biométricas, de massa de matéria fresca e análise tecnológica da variedade RB855453 de cana-de-açúcar.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na área do viveiro de mudas da Usina Cosan Guariba, unidade Bonfim, em Guariba, SP, a céu aberto, em delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições (blocos), sendo cada parcela composta por seis vasos de 100 L cada (Figura 1). Os vasos foram preenchidos com terra (terra retirada de barranco que ficava sob edificação demolida) e foi confirmada a ausência de fitonematoides por meio de análise de uma amostra composta formada por 10 amostras simples realizada anterior ao preenchimento dos vasos e, após os vasos serem preenchidos, outra amostra composta foi coletada em cada parcela, a partir de seis amostras simples (uma de cada vaso da parcela). A adubação e calagem foi realizada de acordo com RAIJ & CANTARELLA (1997). Posteriormente, a terra foi infestada através da inoculação de *M. javanica* em mudas de berinjela (*Solanum melongena* L.). A variedade de cana-de-açúcar utilizada foi a RB855453 por ser suscetível à *M. javanica* e uma das cultivadas nas áreas da Usina onde o experimento foi instalado.



Figura 1. Visão geral do experimento e disposição do Delineamento em Blocos Casualizados.

Preparo do inóculo e inoculação em berinjela para infestação do solo

A suspensão do nematoide *M. javanica* foi obtida a partir de população pura mantida em plantas de tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) Santa Cruz Kada, em casa de vegetação. A extração dos nematoides foi realizada pela técnica de HUSSEY & BARKER (1973). A concentração da suspensão foi determinada com o auxílio da lâmina de Peters, ao microscópio fotônico e ajustada para 250 ovos e juvenis de segundo estágio/mL. Foram inoculados 10 mL desta suspensão sobre a massa de raízes de cada uma das duas mudas de berinjela transplantadas em cada um dos vasos de 100 L, totalizando portanto, 5.000 ovos e juvenis em cada vaso, à exceção dos vasos relativos ao tratamento testemunha sem nematoide. As mudas de berinjela foram previamente formadas em bandejas de poliestireno em substrato orgânico isento de nematoides, durante 20 dias.

As inoculações foram realizadas no dia 07/01/2010 em plantas de berinjela e 90 dias após, a parte aérea foi eliminada e foi feito o plantio de três minitoletes de cana-de-açúcar. Trinta dias após o plantio, dois minitoletes foram removidos de cada vaso (Figura 2), deixando-se apenas uma planta por vaso.



Figura 2. Aspecto das raízes de cana-de-açúcar provenientes de vasos infestados por *Meloidogyne javanica*, durante o desbaste realizado 30 dias após o plantio dos minitoletes.

Foram realizados os seguintes tratamentos:

- 1- Testemunha sem nematoides
- 2- Testemunha com nematoides
- 3- Ácidos húmicos e fúlvicos extraídos de turfa Agrolmin® (300 L.ha⁻¹)
- 4- Agrolmin (300 L.ha⁻¹) + Mistura de Fungos Nematófagos (1L.m linear⁻¹)
- 5- Mistura dos Fungos Nematófagos (1L.m linear⁻¹)

- 6- Fungo Nematófago *Pochonia chlamydosporia* (Goddard) Zare & W. Gams 2001 (1L.m linear⁻¹)
- 7- Inoculação do fitonematoide *Helicotylenchus dihystera* (300 espécimes/planta)
- 8- Carbofurano (Furadan® 350 SC a 6 L.ha⁻¹)

O produto Agrolmin é constituído de ácidos húmicos e fúlvicos extraídos de turfa e foi fornecido pela empresa Agrolatino Indústria e Comércio Ltda. O Furadan® 350 SC é um inseticida/nematicida sistêmico do grupo dos carbamatos pertencente à empresa FMC Química do Brasil Ltda.

As espécies fúngicas utilizadas na mistura de fungos nematófagos e respectivo percentual na mistura foram: *Purpureocillium lilacinum* (Thom) Luangsa-ard, Houbraken, Hywel-Jones & Samson 2011 (sin.: *Paecilomyces lilacinus*) (22,22%), *Arthrobotrys oligospora* Fresenius 1850 (33,33%), *A. musiformis* Drechsler 1937 e *Monacrosporium leptosporum* (Drechsler) A. Rubner 1996 (sin.: *D. leptospora*) (11,11%). Os fungos nematófagos aplicados tanto isoladamente, quanto em formulação no produto Agrolmin, foram previamente cultivados em meio de cultura BDA (Batata Dextrose Ágar) em placas de Petri. A formulação foi feita em substrato a base de bagaço de cana-de-açúcar, sementes de sorgo, farelo de arroz na proporção 2:1:1, respectivamente, e para cada litro da mistura foram adicionados 200 mL de água. Unidades de um litro dessa mistura foram acondicionadas em sacos plásticos autoclaváveis, levados à autoclave, onde ficaram por 40 minutos sob $\pm 120^{\circ}\text{C}$ e 1 atm de pressão. Após o resfriamento natural em sala higienizada e descontaminada com raios de lâmpadas ultravioletas, os sacos foram levados à câmara asséptica, onde foram cortados com estilete flambado. O substrato foi inoculado com cada um dos fungos nematófagos supra citados, isoladamente. A inoculação foi realizada com pipeta de Pasteur esterilizada, a partir de suspensão aquosa obtida através da raspagem da colônia dos fungos em 15 mL de água destilada e autoclavada por 20 minutos, nas placas de BDA colonizadas, com auxílio de uma alça de Drigalski. O substrato ficou durante 15 dias sob condições ambiente em sala previamente limpa e descontaminada com auxílio de lâmpadas

ultravioleta até a colonização do substrato para cada um dos fungos utilizados. Após este período, foram separadas as proporções pré-estabelecidas de sacos contendo cada uma das espécies de fungo nematófago. O substrato colonizado foi imediatamente homogeneizado e triturado com auxílio de um moinho martelo. A mistura foi colocada em sacos de plástico com capacidade de 60 L, acondicionados à sombra e levados ao campo na manhã seguinte, para serem finalmente aplicados.

A inoculação de *H. dihystra* (300 espécimes/planta) ocorreu 40 dias após a aplicação dos demais tratamentos, para se ter controle sobre o número de espécimes presentes sobre as raízes secundárias ou definitivas, que surgem entre 30 e 40 dias após o plantio. O período de surgimento dessas raízes coincide com a morte das raízes primárias ou transitórias. Como os nematoides são parasitas obrigatórios, precisam da célula viva para se alimentar, a morte dessas raízes poderia reduzir a pequena população inicial que seria inoculada, prejudicando a possível influência de *H. dihystra* sobre a alta infestação de *M. javanica*.

Após a abertura do sulco e plantio de três mini toletes de cana-de-açúcar alinhados, por vaso, os tratamentos foram aplicados sobre eles.

Avaliações do experimento

Aos 60, 120, 180, 240, 300 e 360 dias após a aplicação dos tratamentos, foram coletadas amostras de solo e raízes para a realização das avaliações nematológicas. Uma amostra composta de três amostras simples de solo e de raízes foi coletada de cada parcela, recolhendo-se amostras simples em plantas alternadas. As plantas amostradas em uma avaliação não foram novamente amostradas na avaliação subsequente, sendo cada planta amostrada apenas três vezes durante os 360 dias, minimizando assim, o estresse causado a elas pela amostragem. As amostras simples de cada parcela foram misturadas e homogeneizadas e formaram uma amostra composta de solo e raízes que a representou. Essas amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, devidamente identificados e transportados para processamento no Laboratório de Nematologia do Departamento de Fitossanidade da UNESP/FCAV,

Câmpus de Jaboticabal. Os nematoides foram extraídos de alíquotas de 100 cm³ das amostras de solo pela técnica de JENKINS (1964) e de 20 g de raízes pela de COOLEN & D'HERDE (1972). A identificação das espécies presentes em cada amostra foi confirmada em lâmina temporária, por meio da comparação com a descrição original de cada espécie e a população foi estimada com auxílio da lâmina de Peters (SOUTHEY, 1970), ambas ao microscópio fotônico.

Aos 60 dias foram avaliados o comprimento até a inserção da folha +1 e o diâmetro no colo das plantas. Foi calculada a área da seção circular do coleto das plantas. Do produto desta área e o comprimento até a folha +1 resultou a estimativa do volume do caule. Aos 360 dias, foram realizadas as avaliações do diâmetro no 3º entrenó e do comprimento até a inserção da folha +1 de todos os colmos (Figura 3), massa de matéria fresca das raízes, ponteiros e colmos da parcela toda e estimativa em toneladas/ha, estimativa do volume médio dos colmos e variáveis tecnológicas do caldo de 10 colmos de cana-de-açúcar/parcela para três dos quatro blocos existentes, número de internódios/colmo e total de colmos industrializáveis em cada parcela (LANDELL & SILVA, 1995). Foram obtidas as massas totais de colmos e ponteiros através de balança tipo célula de carga para cada parcela, separadamente. A obtenção da massa de ponteiros foi feita através da quebra na região da última gema.

Para avaliar-se a variação provocada pelos tratamentos sobre a população do nematoide em seis períodos de avaliação, foi utilizada análise dos dados com parcelas subdivididas (Split-Plots) (CAMPOS, 1984; STEEL & TORRIE, 1997; BANZATO & KRONKA, 2008) e testados modelos linear, quadrático e cúbico de regressão. Os dados relativos à biometria, massa de matéria fresca, análise tecnológicas do caldo da cana-de-açúcar e quantificação das características da planta foram analisadas de acordo com o delineamento em blocos casualizados. As análises foram realizadas no software Agroestat (BARBOSA & MALDONADO, 2011).

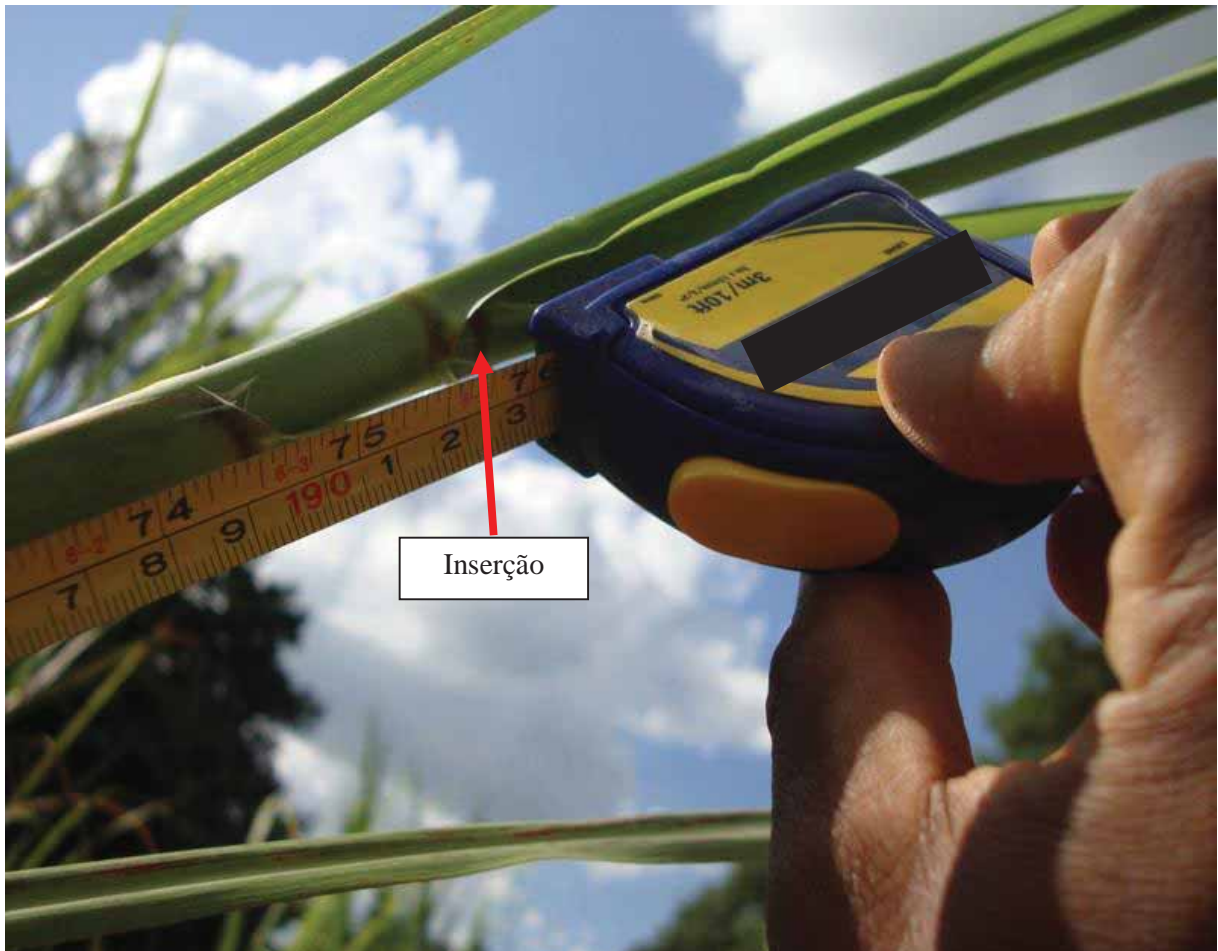


Figura 3. Inserção da última bainha visível e base da folha +1.

Resultados e Discussão

Efeito dos tratamentos sobre variáveis biométricas, quantitativas e nematológicas, respectivamente

Os danos causados por *M. javanica* à variedade de cana-de-açúcar RB855453 ficaram evidentes nas avaliações biométricas das médias de diâmetro no coleto e do comprimento deste até a folha +1, realizadas 60 dias após a aplicação dos tratamentos. Por meio da subtração: (volume médio do caule da testemunha sem nematoide) –

(volume médio da testemunha com nematoide), foram estimados os danos de 15%, causados pelo nematoide ao desenvolvimento vegetativo da planta aos 60 dias após o plantio. (Figuras 4, 5 e 6). A Formulação com fungos nematófagos ($1 \text{ L.m linear}^{-1}$) associado ao produto Agrolmin (300 L.ha^{-1}) proporcionou os maior diâmetro no coleto, comprimento até a folha +1 e conseqüentemente, maior volume de caule da cana-de-açúcar (Figuras 4, 5 e 6). Os fungos nematófagos possuem comprovada ação de controle sobre os fitonematoides em diferentes culturas (SOARES et al. , 2011) e o produto Agrolmin é rico em carbono orgânico, melhorando a multiplicação dos fungos na fase saprofítica (BARBOSA et al., 2007). Com maior quantidade de micro-organismos nematófagos, a infestação do nematoide é reduzida, melhorando as condições de desenvolvimento vegetativo das plantas. A melhora do desenvolvimento das plantas que receberam este tratamento em relação à testemunha sem nematoides denota o efeito promotor de crescimento que a associação da aplicação dos fungos nematófagos com o produto Agrolmin possui.

A testemunha sem nematoides obteve segunda maior média para o diâmetro no coleto, contudo, para comprimento até a folha +1 e volume, as médias obtidas foram inferiores as proporcionadas pelos tratamentos com a mistura de fungos nematófagos, associados ou não ao Agrolmin (Figuras 4, 5 e 6). As plantas tratadas com *P. chlamydosporia* (1 L.m linear) e Fungos nematófagos ($1 \text{ L.m linear}^{-1}$) obtiveram médias de diâmetro estatisticamente iguais, inferiores aos da testemunha sem nematoides e superiores ao proporcionado pelos tratamentos Agrolmin (300 L.ha^{-1}) e Carbofurano (6 L.ha^{-1}), que não diferiram entre si (Figura 4). As plantas inoculadas com *H. dihystra* (300 espécimes/ planta) apresentaram os menores valores de diâmetro do coleto, comprimento até a folha +1 e volume. As médias deste tratamento foram estatisticamente iguais aos valores obtidos para a testemunha com nematoides (Figuras 4, 5 e 6). Os tratamentos *P. chlamydosporia* ($1 \text{ L.m linear}^{-1}$) e Fungos nematófagos ($1 \text{ L.m linear}^{-1}$) proporcionaram o segundo maior valor de comprimento até a folha +1, porém, em relação ao volume, a mistura de fungos nematófagos se destacou, proporcionando valor inferior somente ao Agrolmin + fungos nematófagos (Figuras 5 e 6). O tratamento Agrolmin (300 L.ha^{-1}) não diferiu da testemunha sem nematoide e do

tratamento com Carbofurano (6 L.ha^{-1}) (Figura 5). Os tratamentos Fungos nematófagos ($1 \text{ L.m linear}^{-1}$), *P. chlamydosporia* ($1 \text{ L.m linear}^{-1}$), Agrolmin (300 L.ha^{-1}) e Carbofurano (6 L.ha^{-1}) apresentaram médias para o volume do caule, estatisticamente iguais a da testemunha sem nematoide, sendo superadas apenas pela média relativa ao tratamento Agrolmin (300 L.ha^{-1}) + Fungos nematófagos ($1 \text{ L.m linear}^{-1}$) (Figura 6).

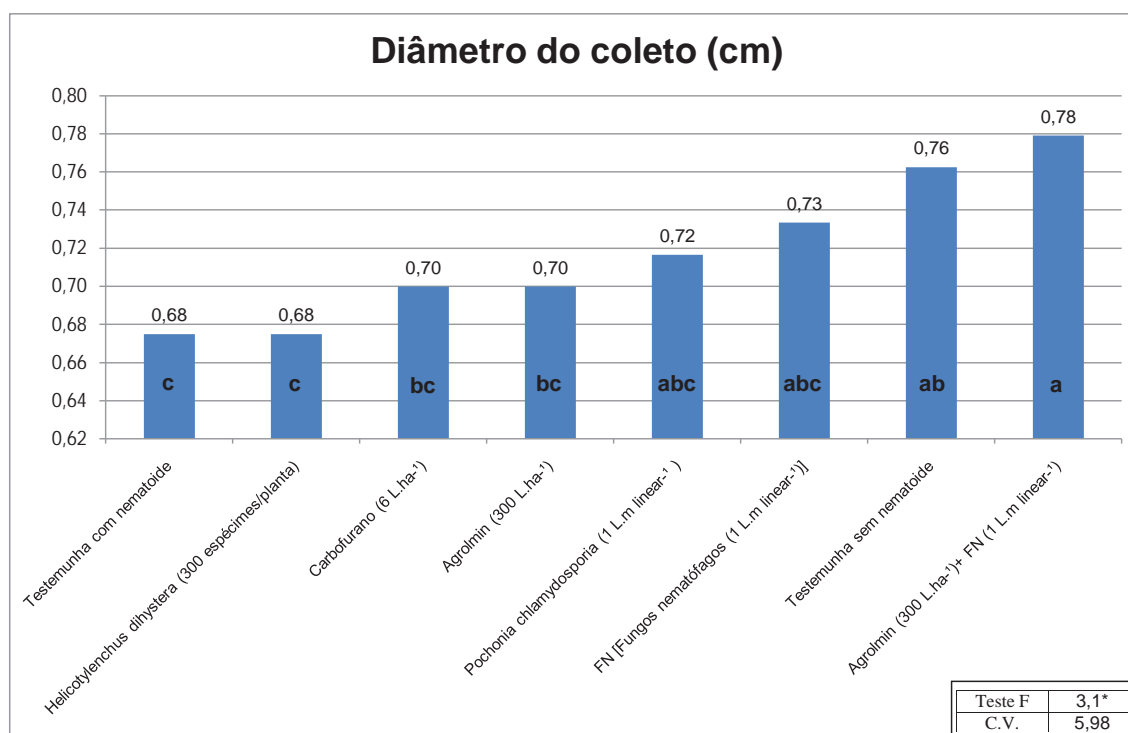


Figura 4. Diâmetro do coleto das plantas da variedade de cana-de-açúcar RB855453, 60 dias após a aplicação dos tratamentos. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. *Diferença estatística a 5% de probabilidade.

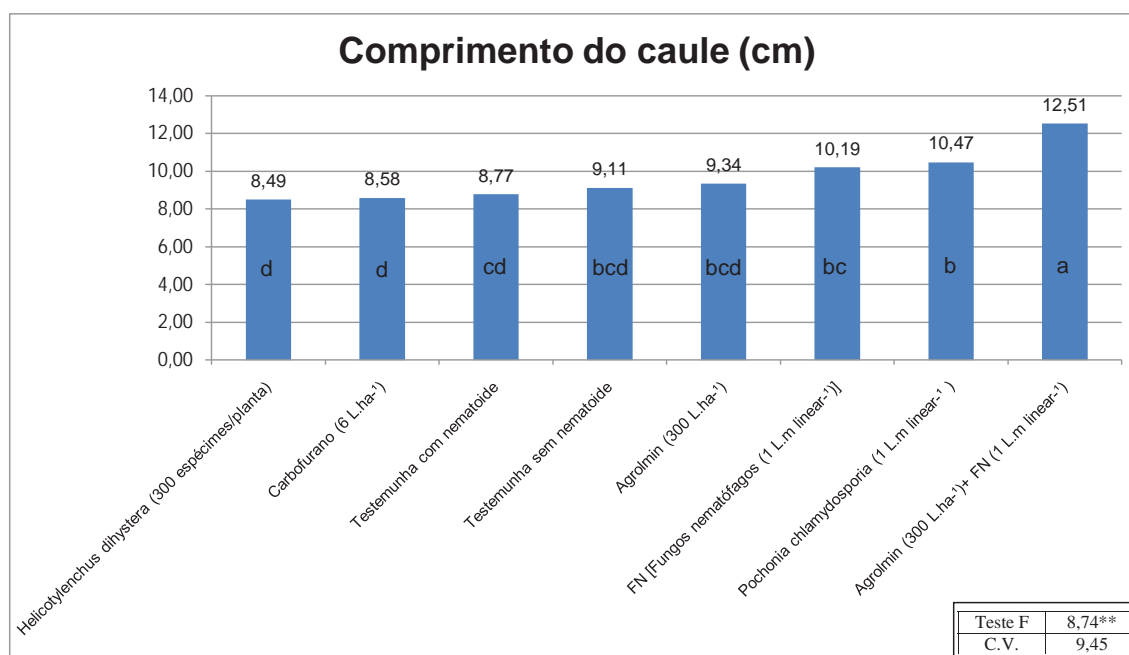


Figura 5. Comprimento do caule das plantas até a inserção da última bainha visível (folha + 1) da variedade de cana-de-açúcar RB855453, 60 dias após a aplicação dos tratamentos. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. **Diferença estatística a 1% de probabilidade.

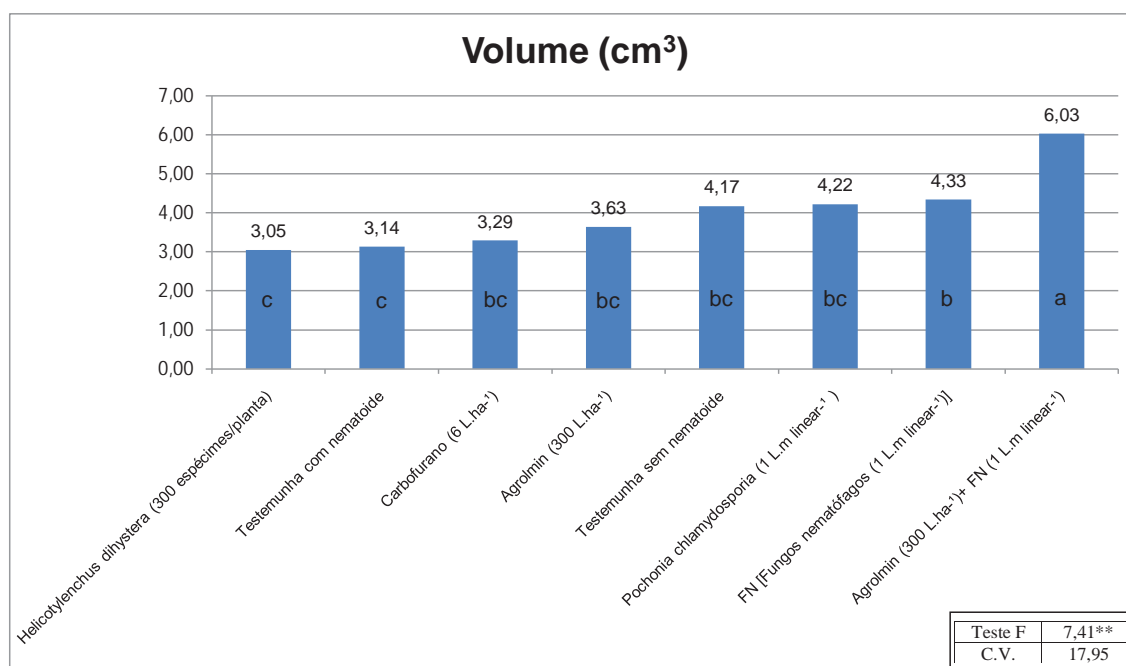


Figura 6. Volume do caule das plantas da variedade de cana-de-açúcar RB855453, 60 dias após a aplicação dos tratamentos. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. **Diferença estatística a 1% de probabilidade.

A maior média de diâmetro dos colmos aos 360 dias foi obtida nas plantas relativas à testemunha sem nematoide, seguidas pelos tratamentos Carbofurano (6 L.ha^{-1}), *H. dihystra* (300 espécimes/planta) e Agrolmin (300 L.ha^{-1}) + Fungos Nematófagos ($1 \text{ L.m linear}^{-1}$), que não diferiram estatisticamente entre si. Os tratamentos Agrolmin (300 L.ha^{-1}), Fungos nematófagos ($1 \text{ L.m linear}^{-1}$) e *P. chlamydosporia* ($1 \text{ L.m linear}^{-1}$) não diferiram entre si e da testemunha com nematoides (Figura 7).

Não houve diferenças significativas em relação ao comprimento médio dos colmos. Contudo, as médias influenciaram a estimativa do volume do colmo, cujas diferenças entre as médias proporcionadas pelos tratamentos diferiram dos resultados obtidos para o diâmetro do colmo no 3º entrenó (Figuras 7, 8 e 9).

As médias do volume estimado para os colmos sem ponteiro, 360 dias após a aplicação dos tratamentos, demonstraram os danos que *M. javanica* provocou à variedade de cana-de-açúcar RB855453, pois, o tratamento Testemunha sem nematoide se destacou dos demais, possibilitando o maior valor médio para a variável. Os tratamentos com Carbofurano (6 L.ha^{-1}) e Agrolmin (300 L.ha^{-1}) + Fungos Nematófagos ($1 \text{ L.m linear}^{-1}$) não diferiram entre si e foram os que proporcionaram as maiores médias de volume, inferiores apenas as médias da testemunha sem nematoide, 360 dias após a aplicação dos tratamentos. Os tratamentos *H. dihystra* (300 espécimes/planta), Fungos Nematófagos ($1 \text{ L.m linear}^{-1}$), Agrolmin (300 L.ha^{-1}), *P. chlamydosporia* ($1 \text{ L.m linear}^{-1}$) proporcionaram as menores médias, sendo estas, estatisticamente iguais a testemunha com nematoide (Figura 9).

As plantas tratadas com Fungos Nematófagos ($1 \text{ L.m linear}^{-1}$) obtiveram o maior número de colmos por parcela, seguida pelas da Testemunha sem nematoides e as tratadas com Agrolmin (300 L.ha^{-1}) + Fungos Nematófagos ($1 \text{ L.m linear}^{-1}$) e *P. chlamydosporia* ($1 \text{ L.m linear}^{-1}$), que não diferiram entre si. Para as tratadas com Carbofurano, o número de colmos foi estatisticamente igual ao da testemunha com nematoides, e estatisticamente iguais aos tratamentos *H.*

dihystera (300 espécimes/planta) e Agrolmin (300 L.ha⁻¹), que proporcionaram os menores valores de número de colmos industrializáveis por parcela (Figura 10).

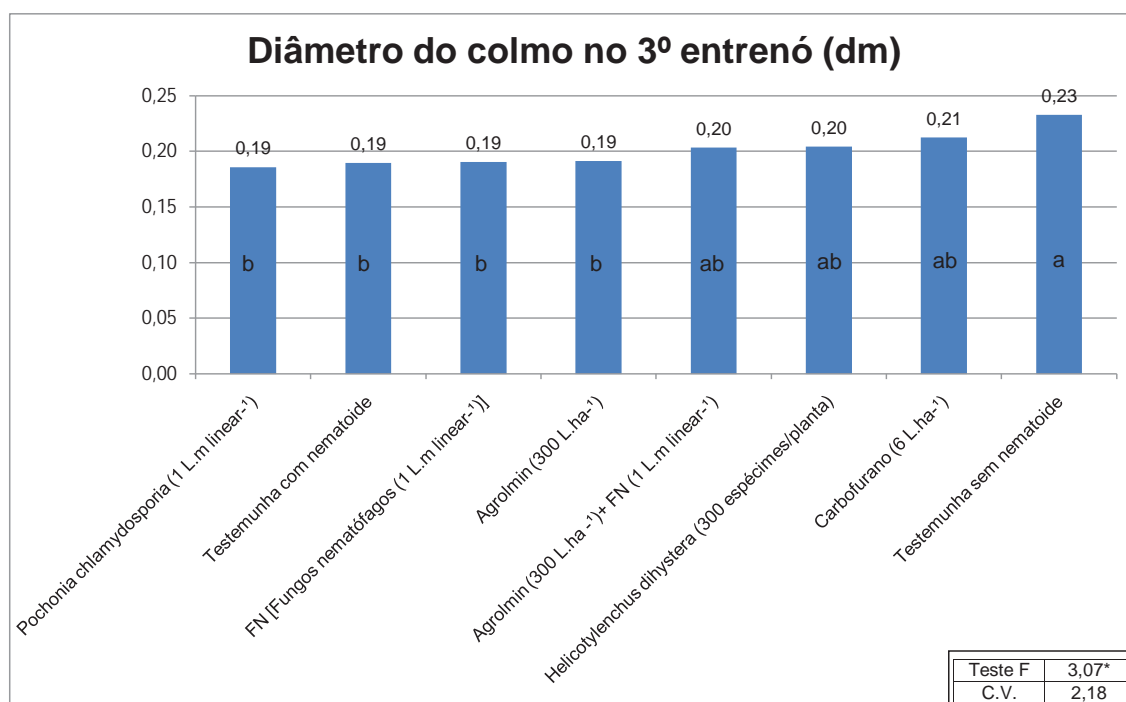


Figura 7. Diâmetro médio no 3º entrenó dos colmos das plantas da variedade de cana-de-açúcar RB855453, 360 dias após a aplicação dos tratamentos. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. *Diferença estatística a 5% de probabilidade. Dados originais transformados em $\log(x+5)$ para a análise estatística.

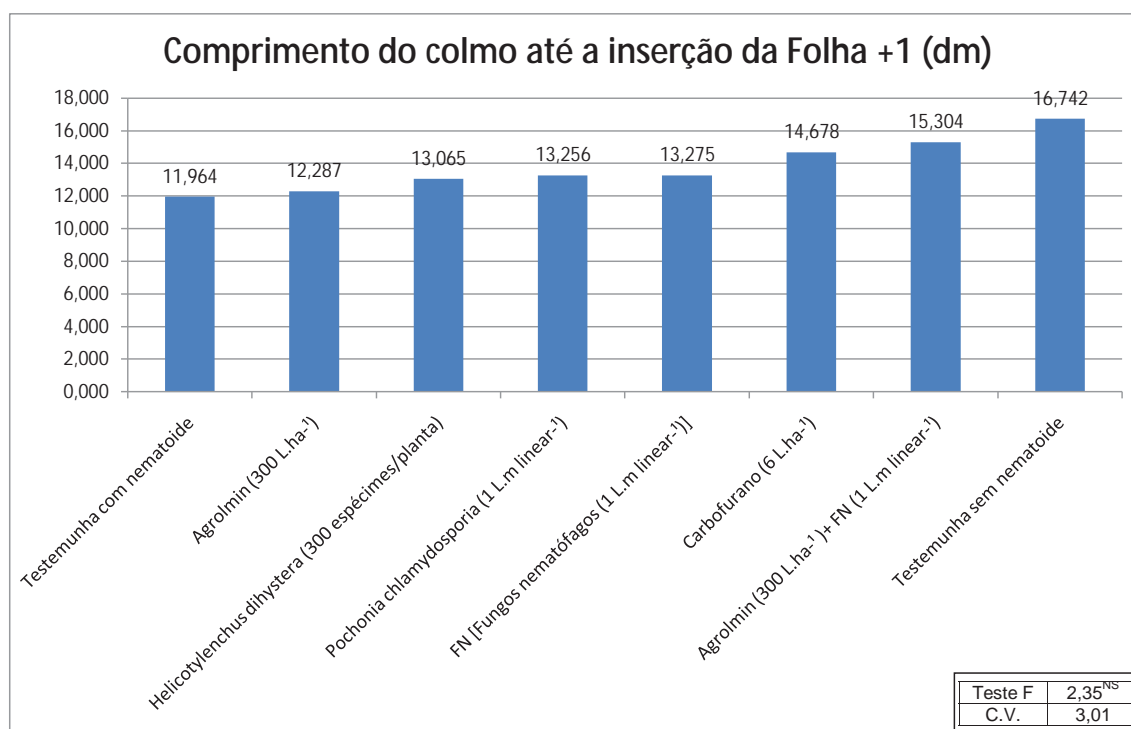


Figura 8. Comprimento médio dos colmos até a inserção da folha +1 nas plantas da variedade de cana-de-açúcar RB855453, 360 dias após a aplicação dos tratamentos. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. ^{NS} Diferença não significativa. Dados originais transformados em $\log(x+5)$ para a análise estatística.

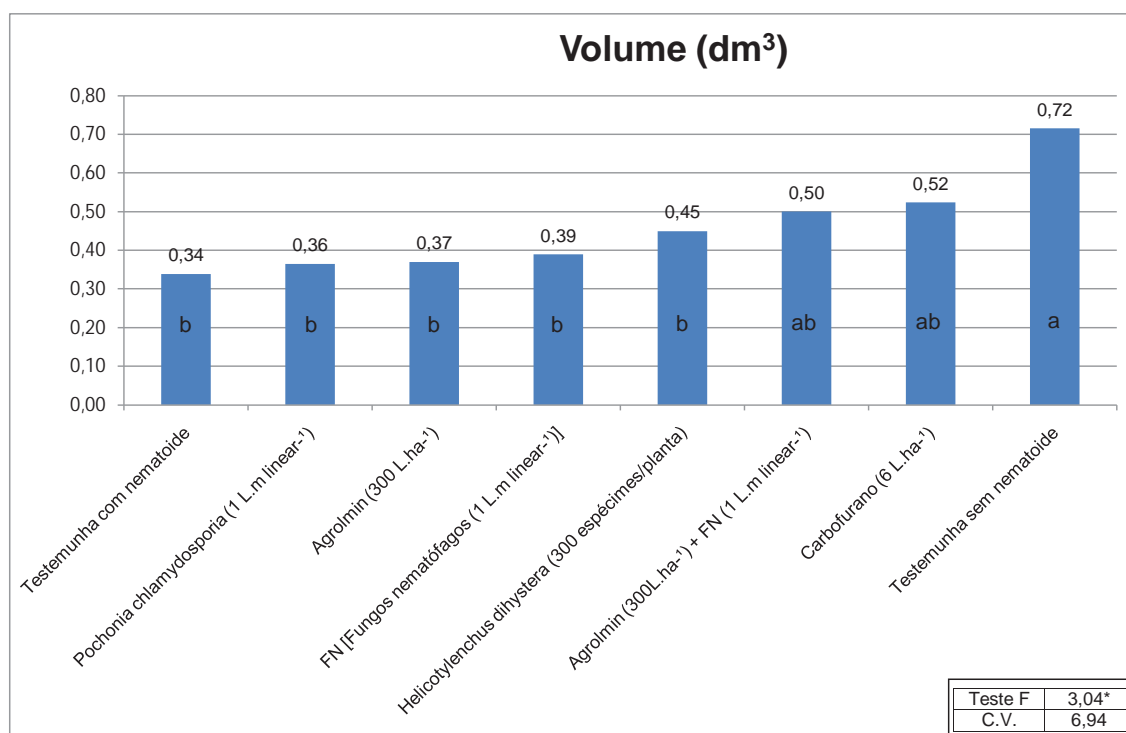


Figura 9. Volume médio dos colmos das plantas da variedade de cana-de-açúcar RB855453, 360 dias após a aplicação dos tratamentos. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.*Diferença estatística a 5% de probabilidade. Dados originais transformados em $\log(x+5)$ para a análise estatística.

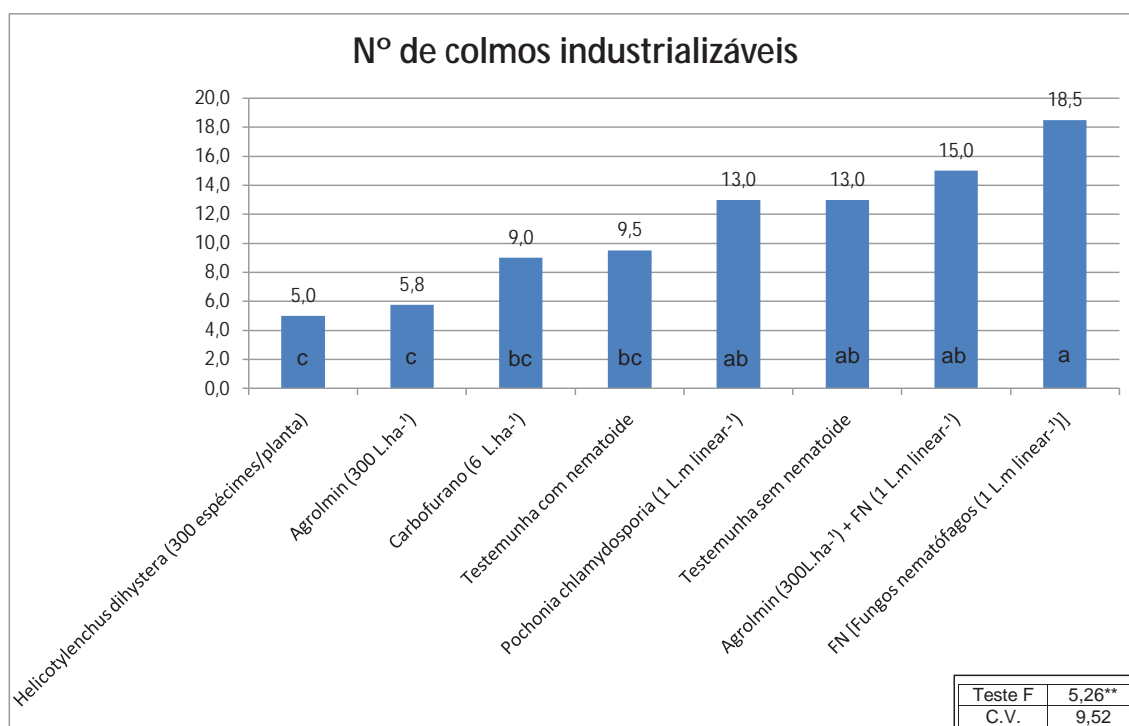


Figura 10. Número de colmos industrializáveis de cana-de-açúcar da variedade RB855453 por parcela, 360 dias após os tratamentos. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. **Diferença estatística a 1% de probabilidade. Dados originais transformados em $\log(x+5)$ para a análise estatística.

O tratamento que proporcionou a maior média da massa de matéria fresca das raízes por unidade de área foi o relativo à aplicação da Formulação com Fungos Nematófagos (1 L.m linear⁻¹) associado ao produto Agrolmin a 300 L.ha⁻¹. O desenvolvimento das plantas que receberam esse tratamento se assemelhou ao obtido pelas plantas da testemunha sem nematoides. O tratamento com a mistura de Fungos Nematófagos (1 L.m linear⁻¹) também proporcionaram bom desenvolvimento radicular, seguido pelo tratamento com *P. chlamydosporia* (1 L.m linear⁻¹). Esses três tratamentos e a testemunha sem nematoide superaram os resultados obtidos pelo tratamento químico com Carbofurano (6 L.ha⁻¹). Na associação Agrolmin + Fungos Nematófagos, o produto Agrolmin, por ser à base de ácidos húmicos e fúlvicos extraídos de turfa, potencializou a ação dos fungos nematófagos, oferecendo alimento para a fase saprofítica dos fungos (Barbosa et al., 2007), prolongando a sobrevivência destes no solo e, conseqüentemente, favorecendo a formação de raízes. *H. dihystra* (300 espécimes/planta) e Agrolmin (300 L.ha⁻¹) não diferiram da testemunha com nematoide, portanto, não proporcionaram melhor desenvolvimento das raízes. Em relação ao Agrolmin (300 L.ha⁻¹), o fato ocorrido deve estar relacionado à pequena microbiota presente na terra utilizada, impossibilitando a ação indireta que o produto possui no controle de nematoides, ao atuar sobre a fase saprofítica desses microrganismos benéficos nativos, sendo eles nematófagos ou não. Quanto ao tratamento com *H. dihystra* (300 espécimes/planta), a variedade utilizada no experimento pode ser intolerante a este fitonematoide e, mesmo haja o controle ecológico da população de *M. javanica*, o próprio *H. dihystra* pode estar causando danos à cultura (Figura 11).

A Testemunha sem nematoide possibilitou o maior média da massa de matéria fresca dos colmos de cana-de-açúcar. A utilização dos vasos de 100 L foi suficiente para detectarmos diferenças proporcionadas pelos tratamentos em diversas variáveis consideradas, porém, não explorou toda a capacidade produtiva da variedade de cana-de-açúcar, principalmente na testemunha sem nematoide. Em condições de campo, provavelmente, as diferenças na produtividade seriam

ainda mais acentuadas, haja vista a limitação no desenvolvimento radicular ao final do experimento (Figura 12).

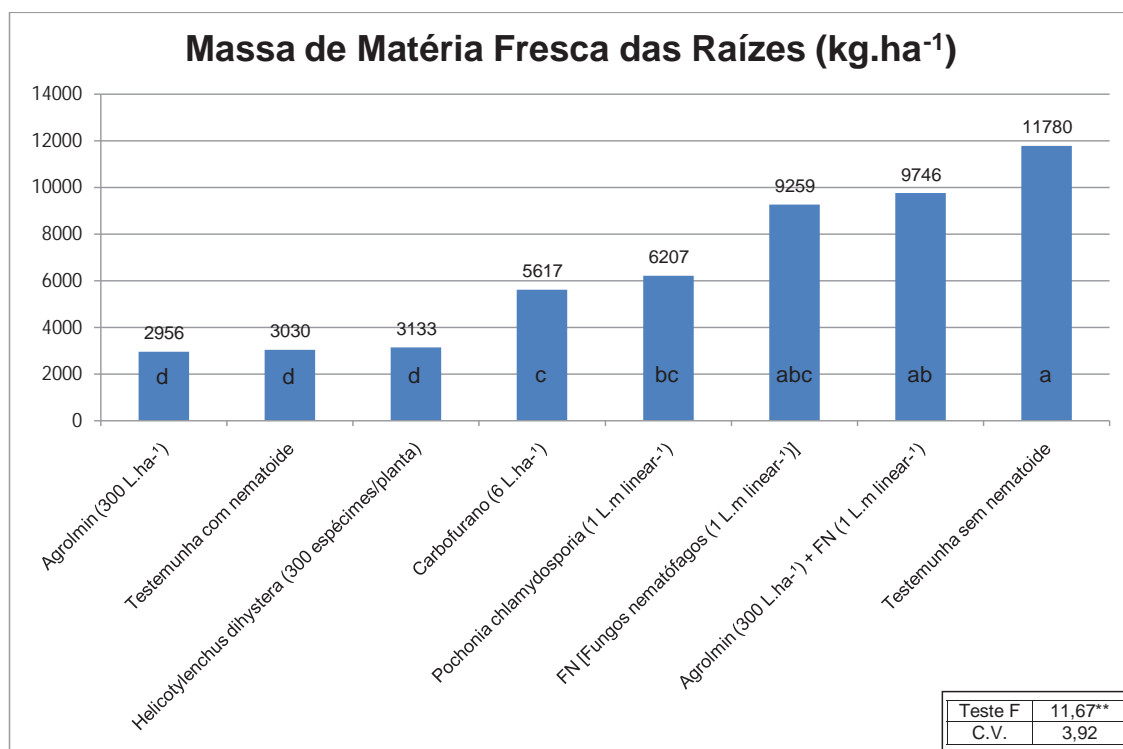


Figura 11. Valor médio da Massa de Matéria Fresca das Raízes de cana-de-açúcar da variedade RB855453, 360 dias após os tratamentos. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. **Diferença estatística a 1% de probabilidade. Dados originais transformados em $\log(x+5)$ para a análise estatística.



Figura 12. Aspecto de toda a massa de raízes e solo contido em um vaso de 100 L, 360 dias após a aplicação dos tratamentos.

A diferença entre a média obtida pela Testemunha sem nematoide e a das plantas relativas à Testemunha com nematoide (66,05% de danos) evidencia os severos danos que o ataque de nematoide em alta população pode causar à cultura (Figura 13). Os tratamentos com fungos nematófagos ($1 \text{ L.m linear}^{-1}$), associados ou não ao produto Agrolmin (300 L.ha^{-1}), proporcionaram boa produtividade. Essa produtividade deve estar relacionada ao controle dos nematoides proporcionado pela mistura de diferentes espécies de fungos nematófagos. O controle proporcionado pelo fungo *P. chlamydosporia* ($1 \text{ L.m linear}^{-1}$) resultou em produtividade semelhante a das plantas tratadas com o nematicida químico Carbofurano (6 L.ha^{-1}). O tratamento com o nematoide *H. dihystra* (300 espécimes/planta) proporcionou redução na população de nematoides (Figuras 15 e 16), contudo, parece ter prejudicado o desenvolvimento das plantas (Figura 13). Os tratamentos que proporcionaram maior média do volume dos colmos não foram os que se destacaram por oferecer maiores ganhos de produtividade, pois, essa variável é também dependente do número de colmos industrializáveis produzidos na parcela (Figuras 9, 10 e 13). Os tratamentos com fungos nematófagos (1

L.m linear⁻¹), associados ou não ao produto Agrolmin (300 L.ha⁻¹) proporcionaram ganhos de produtividade de aproximadamente 20 Mg.ha⁻¹ em relação à testemunha com nematoides. O tratamento com *P. chlamydosporia* proporcionou incremento da produtividade de 8,26 Mg.ha⁻¹ em relação à testemunha com nematoide (Figura 13).

Os valores de massa de matéria fresca dos ponteiros (kg.ha⁻¹) proporcionados pelos tratamentos foram bastante semelhantes ao ocorrido para a massa de matéria fresca dos colmos, à exceção da inoculação de *H. dihystra* que influenciou a redução produtividade dos ponteiros, porém, a redução causada por este tratamento se assemelhou a do Agrolmin e a Testemunha com nematoide (Figura 14). Estudos de resistência e tolerância a *H. dihystra* devem ser conduzidos com outras variedades de cana-de-açúcar com finalidade de reconhecer variedades suscetíveis e tolerantes ao ataque do fitonematoide.

O produto à base de ácidos húmicos e fúlvicos Agrolmin proporciona condição favorável ao desenvolvimento da microbiota dos solos por ser rico em Carbono orgânico. Como a terra utilizada no experimento foi proveniente de barranco sob alicerce de uma antiga construção demolida, a quantidade de matéria orgânica e micro-organismos presentes nesta terra era extremamente reduzida, portanto, o Agrolmin não encontrou organismos que pudessem aproveitar seus atributos para povoarem o solo de maneira a estabelecer controle diretamente (controle biológico) ou de maneira indireta, competindo por espaço físico com os nematoides.

Outra característica do Agrolmin é a de favorecer o enraizamento. O experimento foi instalado em vasos previamente infestados através da inoculação de *M. javanica* em plantas de berinjela que são excelentes hospedeiras do nematoide. Ao retirar-se as plantas de berinjela dos vasos, foi realizado o plantio dos toletes de cana-de-açúcar e aplicados os tratamentos. Os toletes começaram a emitir as raízes primárias e posteriormente (30 a 40 dias após o plantio) as secundárias ou definitivas. Ao favorecer o desenvolvimento radicular inicial, o produto Agrolmin acabou provocando uma exposição precoce das raízes aos nematoides em um momento anterior ao ocorrido para os demais tratamentos. Como o tempo entre a morte das plantas de berinjela e o surgimento das raízes da cana-de-açúcar foi menor, essas raízes ficaram

expostas a um maior número de nematoides, atrapalhando o desenvolvimento inicial da cultura e resultando em baixa produtividade (Figura 13).

O teste F e o de comparação de médias (Duncan), ambos a 5% de probabilidade, não detectaram diferenças significativas entre os tratamentos, à exceção da avaliação realizada aos 180 dias após a aplicação destes, onde houve maior valor na testemunha com nematoides. As diferenças entre os períodos de avaliação em relação à população de nematoides podem ser visualizadas nas figuras 15 e 16. Essas diferenças permitem verificar a flutuação populacional entre o plantio e a primeira colheita da cana-de-açúcar. As variações populacionais devem estar relacionadas a temperatura, visto que a cultura foi irrigada.

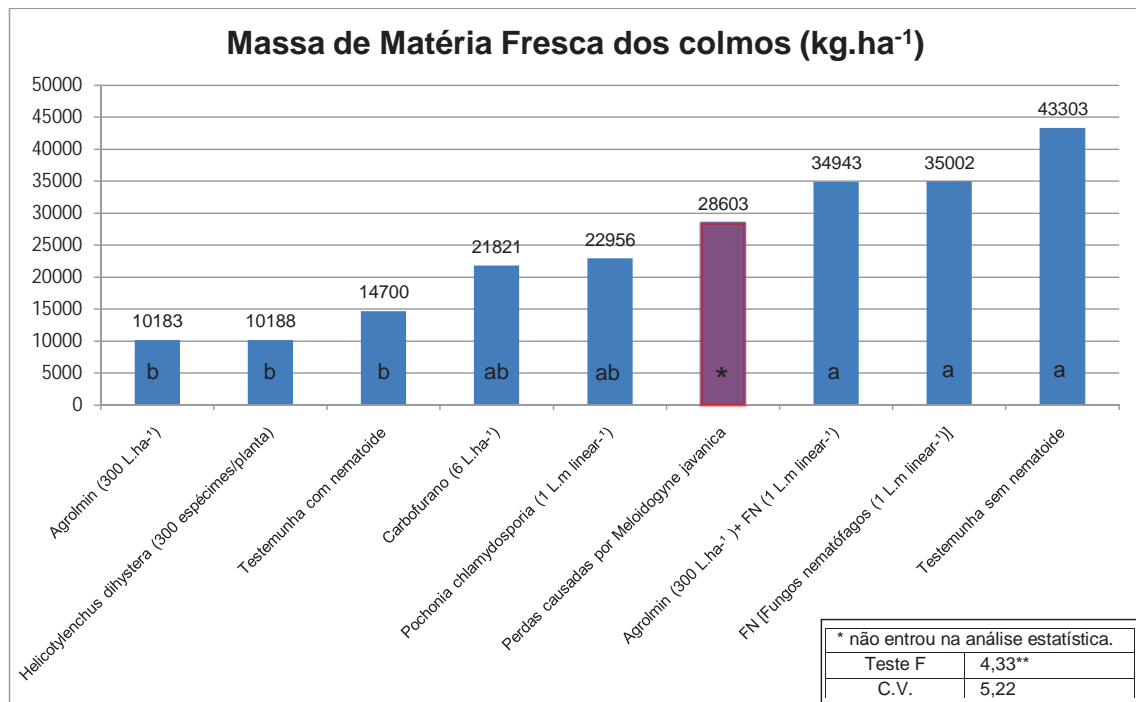


Figura 13. Valor médio da Massa de Matéria Fresca dos colmos de cana-de-açúcar da variedade RB855453, 360 dias após os tratamentos. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. *Diferença estatística a 5% de probabilidade. Dados originais transformados em $\log(x+5)$ para a análise estatística.

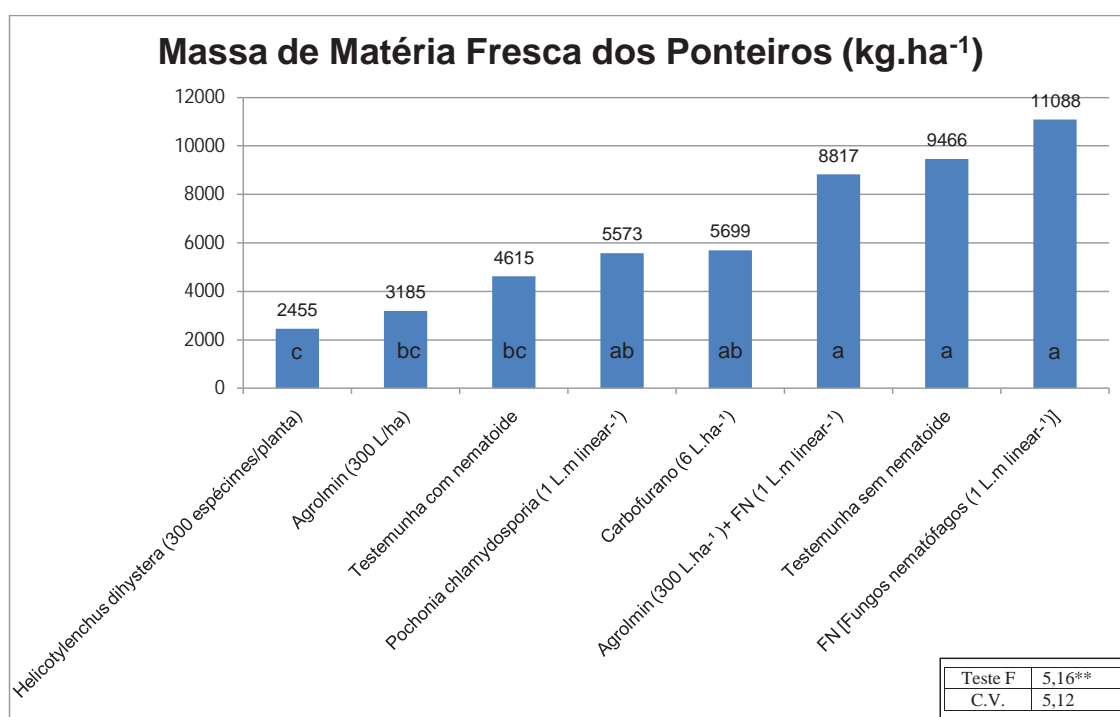
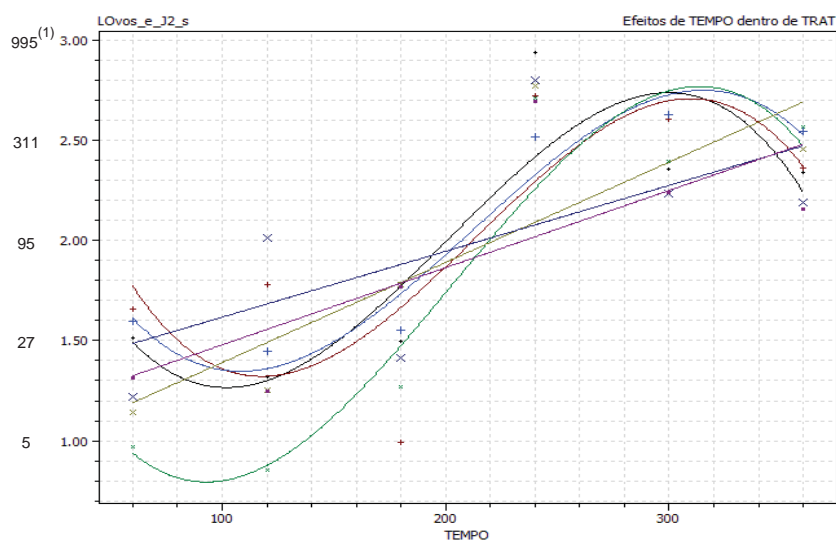
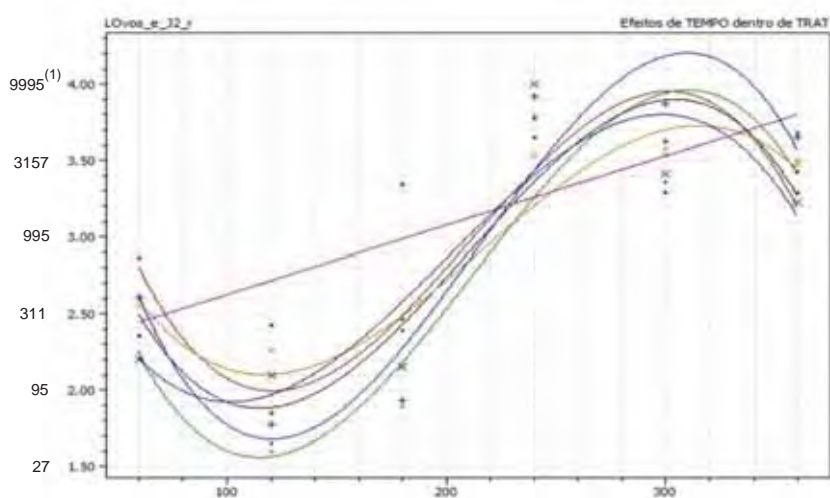


Figura 14. Massa de Matéria Fresca dos ponteiros dos colmos de cana-de-açúcar da variedade RB855453, 360 dias após os tratamentos. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. **Diferença estatística a 1% de probabilidade. Dados originais transformados em $\log(x+5)$ para a análise estatística.



Tratamentos	Teste F	R ²	Equação
Agrolmin + Fungos Nematófagos	7,34**	0,7579	$y = 2,84064723 - 0,03486503x + 0,00022929x^2 - 0,00000038x^3$
Agrolmin	7,82**	0,6051	$y = 3,52649950 - 0,04291280x + 0,00025169x^2 - 0,00000039x^3$
Fungos Nematófagos	5,06*	0,9449	$y = 2,90004896 - 0,03238875x + 0,00020089x^2 - 0,00000032x^3$
Carbofurano	6,83*	0,8951	$y = 2,13557358 - 0,03205919x + 0,00022380x^2 - 0,00000037x^3$
Inoculação de <i>Helicotylenchus dihystra</i>	26,43**	0,7239	$y = 0,89004838 - 0,00500331x$
Fungo <i>Pochonia chlamydosporia</i>	11,43**	0,4053	$y = 1,28822093 - 0,00328988x$
Testemunha com nematoides	15,68**	0,5877	$y = 1,09358147 + 0,00385448x$

Figura 15. Análise de Regressão do número de ovos e juvenis de segundo estágio de *Meloidogyne javanica* em 100 cm³ de terra cultivada com a variedade RB855453 de cana-de-açúcar, aos 60, 120, 180, 240, 300 e 360 dias após a aplicação dos tratamentos. **Diferença estatística a 1% de probabilidade. *Diferença estatística a 5% de probabilidade. Dados transformados em log(x+5). ⁽¹⁾Dados na escala original.



Tratamentos	F	R ²	Equação
Agrolmin + Fungos Nematófagos	12,63**	0,7984	$y = 5,03574304 - 0,06272575x + 0,00037566x^2 - 0,00000060x^3$
Agrolmin	15,68**	0,9018	$y = 5,78126891 - 0,07247317x + 0,00042095x^2 - 0,00000067x^3$
Fungos Nematófagos	19,64**	0,9032	$y = 6,04172806 - 0,08326405x + 0,00048040x^2 - 0,00000074x^3$
Carbofurano	14,81**	0,8936	$y = 5,03492824 - 0,06907582x + 0,00041219x^2 - 0,00000065x^3$
Inoculação de <i>Helicotylenchus dihystra</i>	6,23**	0,8773	$y = 4,48423148 - 0,04644247x + 0,00027199x^2 - 0,00000042x^3$
Fungo <i>Pochonia chlamydosporia</i>	8,55**	0,7807	$y = 3,93015039 - 0,04463178x + 0,00029480x^2 - 0,00000049x^3$
Testemunha com nematoides	15,06**	0,7413	$y = 2,17453153 + 0,00451924x$

Figura 16. Análise de Regressão do número de ovos e juvenis de segundo estágio de *Meloidogyne javanica* em 10 gramas de raízes da variedade RB855453 de cana-de-açúcar, aos 60, 120, 180, 240, 300 e 360 dias após a aplicação dos tratamentos. **Diferença estatística a 1% de probabilidade. Dados transformados em $\log(x+5)$ para a análise estatística.⁽¹⁾Dados na escala original.

O padrão químico Carbofurano proporcionou acréscimo de 7,12 Mg.ha⁻¹ em relação à testemunha com nematoide. As plantas da testemunha com nematoides obtiveram aumento populacional linear diretamente proporcional aos períodos de avaliação (Figuras 13, 15 e 16).

Os tratamentos com fungos nematófagos, associados ou não ao Agrolmin proporcionaram ganhos de produtividade superiores a 20 Mg.ha⁻¹ em relação à testemunha com nematoides (Figura 13). Este fato deve estar relacionado à sobrevivência que o produto pode ter proporcionado à fase saprofítica dos fungos, favorecendo a colonização e aumentando o período de controle em relação à aplicação dos fungos nematófagos. BARBOSA et al. (2007), verificaram estímulo ao desenvolvimento de três espécies de fungos nematófagos proporcionado pelo produto Agrolmin. Os ganhos de produtividade proporcionados pelos tratamentos poderiam apresentar diferenças ainda maiores se não houvesse a limitação de espaço (Figura 12) conferida pela dimensão de cada vaso, para melhorar o desenvolvimento radicular, bem como, a reduzida quantidade de matéria orgânica e macro ou microbiota existente no solo que originou a terra utilizada no experimento.

As variáveis tecnológicas ATR (Açúcar Total Recuperável), PBU% (Peso do Bolo Úmido), Brix % (sólidos solúveis totais), Pol% (sacarose), Fibra % (fibra do colmo), Pureza % (pureza do caldo), e Umidade % do colmo da cana-de-açúcar não apresentaram diferenças significativas pelo teste F a 5% de probabilidade.

Conclusões

- Os fungos nematófagos proporcionaram boa produtividade à variedade de cana-de-açúcar RB855453 e melhor desenvolvimento das raízes, principalmente quando os fungos foram aplicados em associação ao Agrolmin.

- Aos 180 dias após a sua inoculação, o parasitismo de *H. dihystra* provocou redução da população de *M. javanica*, mas isso não proporcionou ganhos de produtividade.

- Áreas infestadas por *M. javanica* não devem receber plantio da variedade RB855453 sem adoção de medidas de controle capazes de interromper o ciclo de vida do nematoide, pois se trata de uma ótima hospedeira do nematoide.

Referências

BANZATO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação Agrícola**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP: Fundação de apoio à Pesquisa Ensino e Extensão, 2008. 237 p.

BARBOSA, B. F. F. **Avaliação do crescimento micelial e esporulação de *Paecilomyces lilacinus* E *Dactylella* sp. em diferentes meios de cultura**. 2005. 48 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.

BARBOSA, B. F. F.; SOARES, P. L. M.; SANTOS, J. M. Avaliação da ação inibidora de Agrolmin sobre o crescimento de fungos nematófagos. In: **Reunião Brasileira sobre Controle Biológico de Doenças de Plantas**, IX, 2007, Campinas, **Anais...** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2007. p. 009-009.

BARBOSA, B. F.; SANTOS, J. M. Study of the host-pathogen relationships of *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood, *M. javanica* (Treub) Chitwood and *Pratylenchus brachyurus* (Godfrey) Filipjev & Schuurmans Stekhoven in sugar cane. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.33, n.4, p.304-305, 2009.

BARBOSA, J. C.; MALDONADO JR, W. **Agroestat - Sistema para Análises Estatísticas de Ensaios Agronômicos**, Versão 1.1.0.626, Jaboticabal, 2011.

BERNARDO, E. R. A. **Eficácia do controle biológico de *Rotylenchulus reniformis* (Linford & Oliveira, 1940) em algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) com fungos nematófagos**. 2002. 74 f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em

Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

CADET, P.; SPAULL, V. W. Nematode parasites of sugarcane. In: LUC, M.; SIKORA, R. A. & BRIDGE, J. **Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture**. C.A.B. Wallingford: International Institute of Parasitology, 2005. cap. 17, p. 645-674.

CAMPOS, H. de. **Estatística aplicada à experimentação com cana-de-açúcar**. Piracicaba: FEALQ, 1984. 292 p.

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

CORBANI, R. Z. **Potencial do controle biológico de *Tylenchulus semipenetrans* com fungos nematófagos**. 2002. 44 f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

DINARDO-MIRANDA, L. L. Nematóides e pragas de solo em cana-de-açúcar. **Encarte do informações agrônômicas, 110**. 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: 31 Jan. 2012.

HUSSEY, R. S.; BARKER, K. R. A comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp. including a new technique. **Plant Disease Report**, Washington, v. 57, n. 12, p. 1.025-1.028, 1973.

JENKINS, W. R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from Soil. **Plant Disease Reporter**, St. Paul, v. 48, p. 692-695, 1964.

KRZYŻANOWSKI, A. A. **Controle biológico de nematóides de galha do cafeeiro com fungos nematófagos**. 2006. 60 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

LANDELL, M. G. A.; SILVA, M. A. Manual do experimentador – melhoramento da cana-de-açúcar. In: **IAC. Metodologia de experimentação: ensaios de competição em cana-de-açúcar**. Pindorama, 1995. P. 3-9.

MAIA, A. S. **Isolamento, identificação e potencialidade de fungos como agentes de Biocontrole de *Meloidogyne* spp. E *Heterodera glycines***. 2000. 117 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.

MAPA - Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em 23 de Janeiro de 2012.

MARTINELLI, P. R. P. **Estudo do controle biológico dos nematóides dos citros no estado de São Paulo**. 2008. 106 f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.

MARTINELLI, P. R. P. **Uso de formulação de fungos nematófagos associada com controle químico e matéria orgânica no manejo dos nematoides dos citros (*Tylenchulus semipenetrans* e *Pratylenchus jaehni*)**. 2011. 73 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2011.

NUNES, H. T. **Agentes microbianos no controle de nematóides e fungos fitopatogênicos de soja e sua compatibilidade com agroquímicos**. 2008. 60 f.

Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.

RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H. **Outras culturas industriais**. In: Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). 2. Ed. Rev., Campinas: IAC. 1997. p.233-236. (Boletim Técnico, 100).

SOARES, P. L. M. **Estudo do controle biológico de fitonematóides com fungos nematófagos**. 2006. 217 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2006.

SOARES, P. L. M.; SANTOS, J. M.; BARBOSA, B. F. F.; MARTINELLI, P. R. P.; FERREIRA, R. J.; ALMEIDA, E. J.; PAES, V. S. Fungos nematófagos no controle biológico de fitonematoides. In: BALDIN, E. L. L.; FUJIHARA, R. T.; FIRMINO, A. C.; NEGRISOLI, E.; SOUZA, E. S.; PRADO, E. P.; MARUBAYASHI, J. M.. **Avanços em Fitossanidade**. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 2011. p.1-19.

SOUTHEY, J. F. **Laboratory methods for work with plant and soil nematodes**. (5 Ed). London: Minist. Agric. Fisch. Fd., 1970. 148 p. (Bulletin 2)

STEEL, R. G D & TORRIE, J. H. **Principles and procedures of statistics**. New York, McGraw, 1997, p.672.

CAPÍTULO 4 - EFICÁCIA DO CONTROLE DE NEMATOIDES EM CANA DE AÇÚCAR COM PRODUTOS ORGÂNICOS E/OU BIOLÓGICOS COMPARADOS AO QUÍMICO, À CAMPO

Resumo - Os nematoides causam severas perdas à cultura da cana-de-açúcar e alternativas viáveis de controle com baixa ou nula toxicidade são muito valiosos. Foi instalado um experimento de controle de infestação natural de *Meloidogyne javanica*, *Pratylenchus zae* e *Trichodorus* sp. na variedade de cana-de-açúcar RB865547, com produtos de origem orgânica e/ou biológica comparados ao nematicida Carbofurano. Os tratamentos foram: Testemunha; Adubo Organomineral 10:0:10 a base de Ácidos Húmicos e Fúlvicos (Agrolmin® Nitro) a 300 L.ha⁻¹; Agrolmin Nitro (600 L.ha⁻¹); Fungos nematófagos [FN (0,5 L.m linear⁻¹)]; FN (1 L.m linear⁻¹); Formulação de FN no Agrolmin Nitro (300 L.ha⁻¹); Formulação de FN no Agrolmin Nitro (600 L.ha⁻¹); Carbofurano [Furadan® 350 SC (6 L.ha⁻¹)]. Para os tratamentos com fungos nematófagos foi preparada uma mistura de porções do substrato colonizado pelos isolados *Monacrosporium leptosporum*, *Arthrobotrys* sp., *A. oudemansii*, *Purpureocillium lilacinum* e *Pochonia chlamydosporia*. A formulação dos fungos nematófagos em Agrolmin Nitro foi realizada através da adição e homogeneização da mistura de fungos ao produto. Procedeu-se agitação manual, o produto foi peneirado e aplicado a campo. Após o quinto corte da cana foi realizada a última avaliação nematológica, e as de comprimento e diâmetro médio dos colmos; número de internódios; massa fresca dos colmos sem ponteiro e produtividade em Mg.ha⁻¹. A Formulação de FN no Agrolmin Nitro (300 L.ha⁻¹) reduziu a população de *P. zae* e *M. javanica* nas raízes, promovendo a elevação da produção em aproximadamente 14,6 Mg.ha⁻¹, em relação a testemunha, no quinto corte da cultura.

Palavras-chave: *Meloidogyne javanica*, biocontrole, formulação, nematicida.

Introdução

Espécies de *Meloidogyne* Goeldi, *Pratylenchus* Filipjev são responsáveis pelas maiores perdas provocadas por fitonematoides à cana de açúcar, causando em média 15,3% de perdas (SASSER & FRECKMAN, 1987). Contudo, *Helicotylenchus dihystera* (Coob) Sher (1961), *Trichodorus* Coob (1913) e *Paratrichodorus* Siddiqi (1973) também causam danos ainda não mensurados à cultura.

O controle microbiano vem sendo amplamente pesquisado nos últimos anos devido à alta demanda por alternativas viáveis e ecologicamente corretas de controle, bem como, à rejeição de resíduos de moléculas nematicidas com alta toxicidade. Existe um grande número de agentes microbianos antagonistas que atuam na redução da população dos fitonematoides (ADAMS & AYERS, 1982; ALABOUVETTE et al., 1993; CHEN & DICKSON, 1998; HARMAN, 1991; KERRY, 1998; LUMSDEN & LOCKE, 1989; MAROIS et al., 1982; NELSON, 1988; RODRÍGUEZ-KÁBANA & MORGAN-JONES, 1988; SAYRE, 1986; SIDDIQUI & MAHMOOD, 1996, 1999; SIKORA & HOFFMANN-HERGARTEN, 1993; STIRLING, 1991; WELLER & COOK, 1983; MAIA, 2000; SOARES, 2006).

A associação de agentes microbianos é uma alternativa interessante pois, diferentes agentes possuem diferenças de adaptação ao ambiente o qual será inserido. Essas diferenças começam desde a capacidade de estabelecimento dos agentes em relação aos diferentes fatores bióticos e abióticos, até a extensão do espectro de ação da formulação, com diferentes mecanismos de controle a um ou mais alvos, em diferentes épocas do desenvolvimento da cultura, proveniente da especificidade presente em cada agente microbiano contido na mistura microbiológica formulada (CRUMP, 1998; LARKIN et al., 1998;. LEMANCEAU et al., 1992;. PIERSON & WELLER, 1994; SIDDIQUI & MAHMOOD, 1996). Diversos estudos vêm sendo conduzidos no laboratório de nematologia da UNESP/FCAV,

visando testar a eficiência do controle de nematoides a campo através de formulações com diferentes fungos nematófagos, alguns com ação ovicida como é o caso de *Purpureocillium lilacinum* (Thom) Luangsa-ard, Houbraken, Hywel-Jones & Samson 2011 (sin.: *Paecilomyces lilacinus*) e *Pochonia chlamydosporia* (Goddard) Zare & W. Gams (2001) e outros capazes de produzir estruturas de captura para os nematoides. Entre os predadores utilizados podemos citar *Dactylella* spp., *Monacrosporium* spp., *Arthrobotrys* spp. (BERNARDO, 2002; CORBANI, 2002; SOARES, 2006; KRZYZANOWSKI, 2006; NUNES, 2008; MARTINELLI, 2008; SOARES et al., 2011). Diversos estudos foram realizados ao em vários locais do mundo, utilizando-se a associação de diferentes agentes de controle biológico de nematoides (DE LEIJ et al., 1992; HOJAT JALALI et al., 1998; MAHESWARI & MANI, 1988; PERVEEN et al., 1998; SIDDIQUI et al., 1999a, 1999b; SIDDIQUI & HUSAIN, 1991; SIDDIQUI & MAHMOOD, 1993, 1995a, 1995b; SOSAMMA & KOSHY, 1997; YOUSSEF & ALI, 1998; ZAKI & MAQBOOL, 1992). No presente trabalho foram testadas alternativas de origem orgânica e/ou biológica comparadas ao padrão químico Carbofurano, objetivando controle eficiente com baixa ou nula periculosidade ao homem e ao meio ambiente.

Material e Métodos

O experimento foi instalado em um canavial com alta infestação de *Pratylenchus zae* Graham (240 espécimes em 100 cm³ de solo e 1.949 em 10 gramas de raízes) e baixa infestação de *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood (55 espécimes em 100 cm³ de solo e 149 em 10 g de raízes), no município de Pacaembú, SP. Foram realizadas amostragens para detecção de uma área de aproximados 0,5 ha com infestação mais homogênea possível para a instalação do experimento. As médias para os dados relativos à biometria, massa de matéria fresca, análise tecnológicas do caldo da cana-de-açúcar e quantificação das

características da planta foram analisadas de acordo com o delineamento em blocos casualizados, com oito tratamentos e quatro repetições (blocos), sendo cada parcela constituída de sete linhas com dez metros de comprimento cada, espaçadas de 1,45m. Foi realizado a análise de variância pelo teste F a 5% de probabilidade e as médias comparadas pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. Para a avaliação da variação provocada pelos tratamentos sobre a população dos nematoides em seis períodos, foi utilizada a análise dos dados com parcelas subdivididas (Split-Plots) (CAMPOS, 1984; STEEL & TORRIE, 1997; BANZATO & KRONKA, 2008). Todas as análises foram realizadas no software Agroestat (BARBOSA & MALDONADO, 2011). A variedade de cana-de-açúcar presente na área foi a RB865547 e a adubação e calagem foram realizadas de acordo com RAIJ & CANTARELLA (1997).

Imediatamente após o quarto corte, foram feitas as coletas das amostras para análise prévia da população dos nematoides dentro de cada parcela e a aplicação dos tratamentos sobre a soqueira da cultura. A análise prévia foi utilizada na equalização dos dados, pois, as inclusões dos valores das avaliações periódicas da população dos nematoides para a análise estatística foram feitas todas em relação à população presente na análise prévia para cada parcela.

Foram implantados os seguintes tratamentos:

- Testemunha (sem aplicação)
- Agrolmin® Nitro adubo Organomineral 10:0:10 a base de ácidos húmicos e fúlvicos (300 L.ha⁻¹);
- Agrolmin Nitro (600 L.ha⁻¹);
- Formulação de fungos nematófagos no produto Agrolmin Nitro (300 L.ha⁻¹)
- Formulação de fungos nematófagos no produto Agrolmin Nitro (600 L.ha⁻¹)
- Fungos nematófagos (0,5 L.m linear⁻¹)
- Fungos nematófagos (1 L.m linear⁻¹)
- Carbofurano [Furadan® 350 SC (6 L.ha⁻¹)].

Os fungos nematófagos aplicados tanto isoladamente, quanto em formulação no produto Agrolmin Nitro, foram previamente cultivados em meio de cultura BDA (Batata Dextrose Ágar) em placas de Petri. Foi preparado um substrato à base de bagaço de cana e farelo de arroz na proporção 2:1, acondicionado em saco autoclavável. Após obtenção de uma mistura homogênea desse substrato, foi adicionado 25% de seu volume com água destilada. Procedeu-se a homogeneização da água com o substrato. A extremidade aberta do saco foi dobrada sobre si por três vezes, o saco foi fechado com o auxílio de um grampeador e autoclavado por 40 minutos a ± 1 atm e $\pm 120^\circ\text{C}$. Os sacos contendo o substrato autoclavado, receberam nova homogeneização manual, aguardou-se a queda da temperatura do substrato até aproximados 25°C em sala climatizada, para posterior inoculação em câmara asséptica de cinco isolados fúngicos a saber: *Monacrosporium leptosporum* (Drechsler) A. Rubner 1996 (sin.: *Dactylella leptospora*), *Arthrobotrys oudemansii* M. Scholler, Hagedorn & A. Rubner 2000 (sin.: *Monacrosporium elegans*), *Arthrobotrys* sp., *P. lilacinum* e *P. chlamydosporia*.

A inoculação foi realizada com pipeta de Pasteur esterilizada, a partir de suspensão aquosa obtida através da raspagem da colônia dos fungos em 15 mL de água nas placas de BDA colonizadas, com auxílio de uma alça de Drigalski. As percentagens representativas de cada fungo utilizado na mistura foram de: 35% de *M. leptosporum*, 35% de *A. oudemansii*, 10% de *Arthrobotrys* sp., 10% de *P. lilacinum* e 10% de *P. chlamydosporia*. O substrato ficou durante 15 dias sob condições ambiente em sala previamente limpa e descontaminada com auxílio de solução de hipoclorito de sódio (0,05%) e lâmpadas ultravioleta. Após este período, foram separadas as proporções pré-estabelecidas de sacos contendo substrato colonizado com cada uma das espécies de fungo nematófago, e foi realizada a trituração em moinho martelo para posterior homogeneização, preparação da mistura e aplicação manual a partir de recipientes de 0,5 L e 1 L, a campo.

A preparação da formulação dos fungos nematófagos no produto Agrolmin Nitro foi realizada por meio da adição e homogeneização da mistura dos fungos a 10% do volume do Agrolmin Nitro (v/v). Procedeu-se agitação manual a cada 2 horas entre as 8 e 20 horas, dois dias antes da aplicação, para que houvesse oxigenação do Agrolmin Nitro, favorecendo a multiplicação e colonização dos fungos no produto. Antes da aplicação, a formulação foi vertida sobre peneira de 60 mesh, para posterior aplicação a campo. A escolha dos fungos utilizados e suas proporções estão diretamente ligadas à população de nematoides presentes na área. *M. leptosporum*, *A. oudemansii* e *A. sp.* são fungos predadores de formas ativas. *P. lilacinum* e *P. chlamydosporia* são parasitas de ovos de nematoides.

O produto Agrolmin Nitro é líquido, constituído de ácidos húmicos e fúlvicos extraídos de turfa e foi fornecido pela empresa Agrolatino Indústria e Comércio Ltda. O Furadan 350 SC é um inseticida/nematicida sistêmico do grupo dos Carbamatos pertencente à empresa FMC Química do Brasil Ltda.

Avaliações do experimento

O monitoramento da população dos nematoides foi realizado através da retirada de uma amostra composta para a análise prévia, no mesmo dia, mas antes da aplicação dos tratamentos, logo após o 4º corte. As amostragens continuaram sendo realizadas a cada 60 dias, até o dia anterior ao 5º corte, quando ocorreram as avaliações relativas a cultura da cana-de-açúcar. Aos 360 dias, foram realizadas as avaliações da média do diâmetro no 3º entrenó e do comprimento até a inserção da folha +1 de cada colmo a partir de 30 colmos/parcela, além da estimativa do volume médio desses colmos; massa de matéria fresca de todos os colmos (sem ponteiro) da parcela e estimativa em $\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$; coleta de 10 colmos/parcela utilizados na análise tecnológica da cana-de-açúcar, número médio de internódios/colmo em 10 colmos de cada parcela (LANDELL & SILVA, 1995). A massa de matéria fresca total dos colmos sem ponteiro de cada parcela foi obtida com auxílio de um dinamômetro acoplado ao

suporte superior do sistema hidráulico dianteiro de um veículo automotriz ou carregadora de cana (Figura 1).

Amostras de solo e raízes foram coletadas de cada parcela, recolhendo-se amostras simples em pontos alternados ao acaso, um ponto por linha, nas cinco linhas centrais (Figura 2). As amostras simples de cada parcela foram misturadas e homogeneizadas, formando uma amostra composta de solo e raízes, que a representou. As duas linhas mais externas representaram a bordadura, que serviram ao propósito de reduzir possível efeito do tratamento aplicado na parcela ao lado. Foi eliminada uma linha de cada lado da parcela e dois metros entre as parcelas na linha de plantio, para melhorar a condição visual e de avaliação do experimento, pois, as plantas de cana-de-açúcar crescem em um porte que dificultaria a visualização das estacas de identificação e a entrada no experimento para a avaliação nas parcelas. Essas amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, devidamente identificados e transportados para processamento no Laboratório de Nematologia do Departamento de Fitossanidade da UNESP/FCAV, Câmpus de Jaboticabal. Os nematoides foram extraídos de alíquotas de 100 cm³ das amostras de solo e 10 g de raízes pela técnica de JENKINS (1964) e COOLEN & D'HERDE (1972), respectivamente. A identificação das espécies presentes em cada amostra foi confirmada em lâmina temporária por meio da comparação com a descrição original e a população foi estimada com auxílio da lâmina de Peters (SOUTHEY, 1970), ambas ao microscópio fotônico.



Figura 1. Feixe de cana-de-açúcar devidamente amarrado por duas cordas presas no suporte fixado ao dinamômetro com auxílio de ganchos. Dinamômetro acoplado ao suporte superior das garras de uma colhedora articulada por sistema hidráulico em um veículo automotriz.

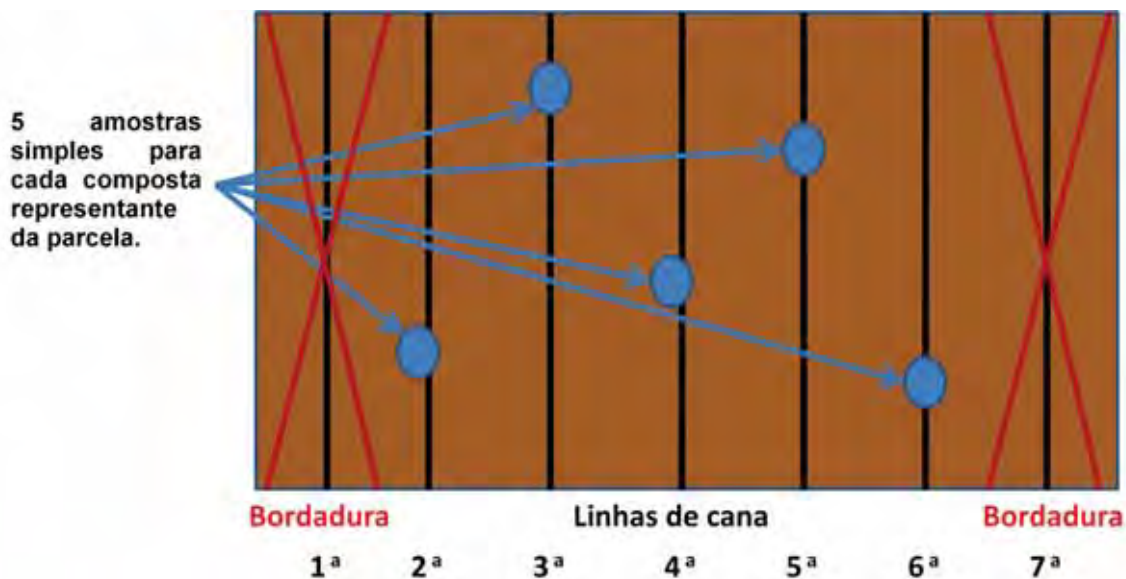


Figura 2. Representação da coleta das amostras de solo e raízes, em cada parcela, à campo.

Resultados e Discussão

Efeito dos tratamentos sobre variáveis nematológicas, biométricas e quantitativas

Não houve diferenças significativas entre as variáveis biométricas e de tecnologia do caldo da cana-de-açúcar consideradas. A população de *P. zae* no solo não variou entre os tratamentos, porém, nas raízes houve diferenças aos 240, 300 e 360 dias após a aplicação dos produtos. A população manteve-se baixa durante o período de pico populacional para a formulação dos Fungos Nematófagos no Agrolmin Nitro (300 L.ha^{-1}) (Figura 3).

A população de *M. javanica* no solo foi significativamente maior aos 120 dias para o tratamento Fungos nematófagos ($1 \text{ L.m linear}^{-1}$). Isto deve estar relacionado a elevação da relação C/N proporcionada pela alta dose de substrato colonizado pelos fungos utilizada. Como *Meloidogyne* spp. são de

hábito sedentário, a morte das raízes provocou a morte das fêmeas, liberando muitos ovos para o solo. Muitas juvenis eclodiram e foram capturadas pelos fungos, fato este que explicaria a abrupta redução na população de *M. javanica* no solo aos 180 dias (Figura 4).

Como no caso de *P. zae*, em se tratando da formulação de Fungos nematófagos no Agrolmin Nitro (300 L.ha^{-1}), a população de *M. javanica* nas raízes foi controlada mantendo-se entre as menores infestações aos 120, 240 e 360 dias após a aplicação dos produtos (Figura 5).

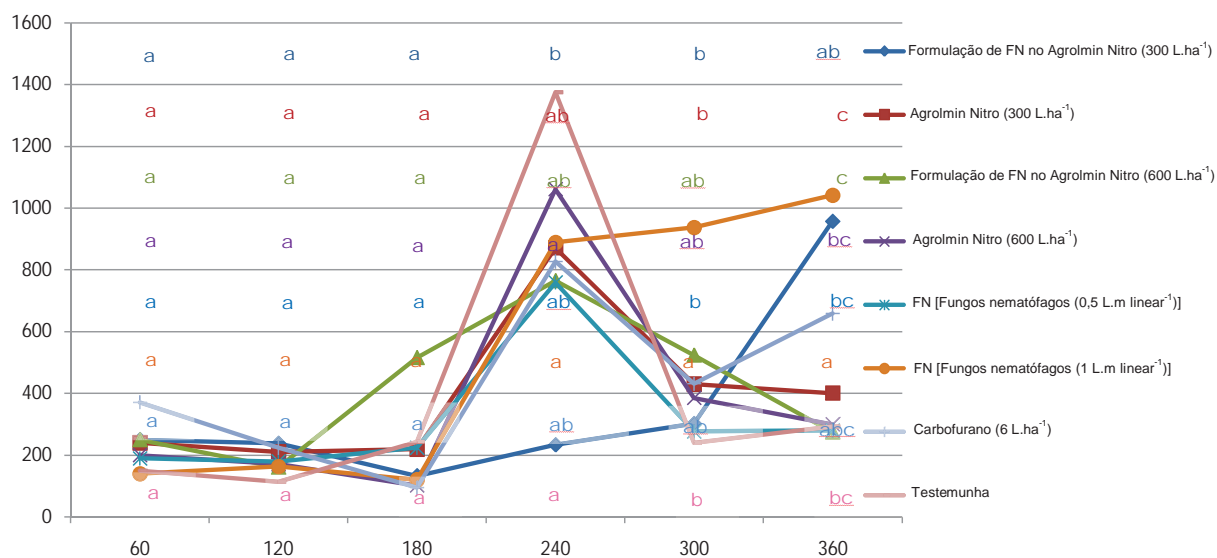


Figura 3. Médias da população de *Pratylenchus zae* presente em 10 gramas de raízes, em 6 períodos de avaliações, entre o 4º e o 5º corte da cultura (Pacaembú, SP). Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

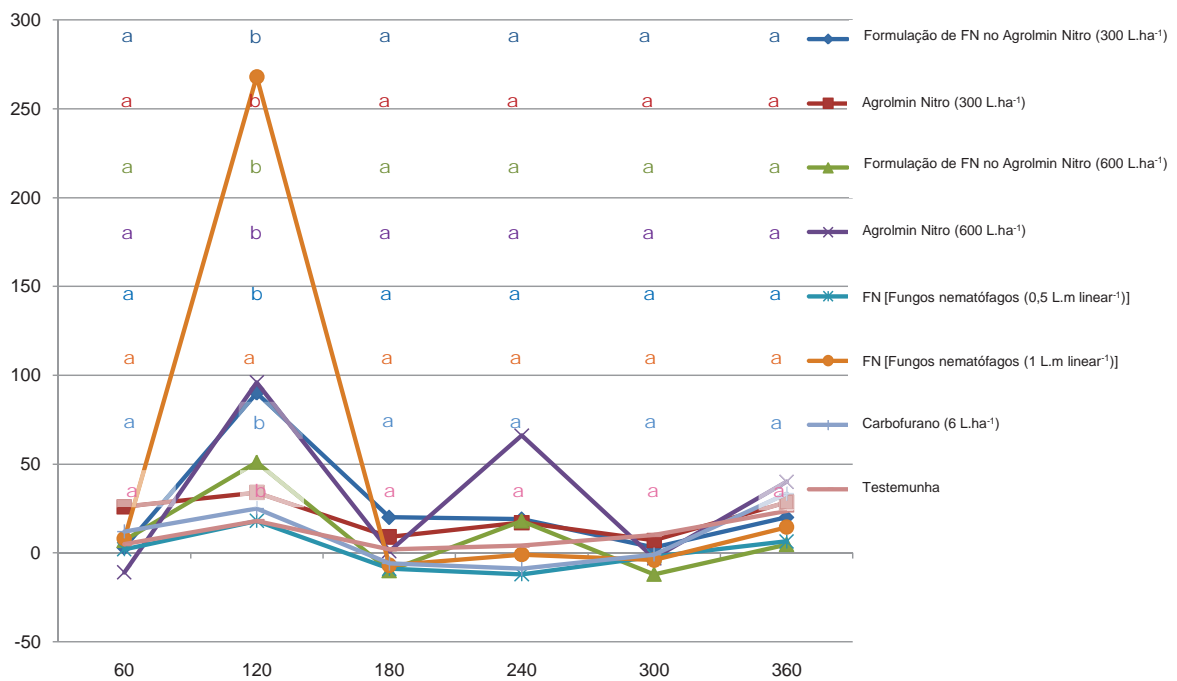


Figura 4. Médias da população de *Meloidogyne javanica* presente em amostras de 100 cm³ de solo, em 6 períodos de avaliações, entre o 4^o e o 5^o corte da cultura (Pacaembú, SP). Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

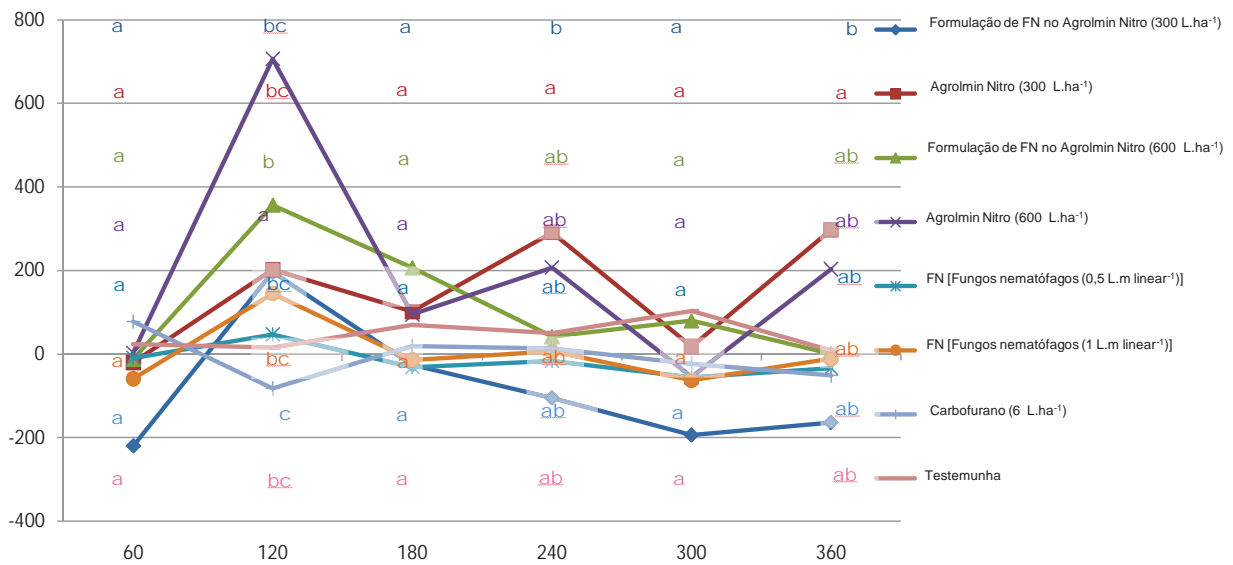


Figura 5. Médias para a população de *Meloidogyne javanica* presente em 10 gramas de raízes, nos períodos de avaliação: 60, 120, 180, 240, 300, 360 dias após a instalação do experimento, entre o 4^o e o 5^o corte da cultura (Pacaembú, SP). Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

A população de *Meloidogyne javanica* esteve sempre menor que a de *P. zaeae*. Este fato deve estar relacionado a uma questão ecológica de hábito de parasitismo. *Pratylenchus* spp. possui hábito endoparasita migrador, danificando os tecidos das células do córtex das raízes parasitadas. Essas necroses são porta de entrada para microorganismos oportunista presentes no solo, que acabam provocando a morte da referida raiz. *Meloidogyne* spp. possui hábito endoparasita sedentário, ou seja, após iniciado o parasitismo, aquele espécime irá se desenvolver, produzir ovos e morrer na mesma raiz, portanto, se a raiz necrosada devido ao parasitismo de *Pratylenchus* spp. já estiver sendo parasitada por uma fêmea de *Meloidogyne* spp. em formação, esta não sobreviverá, por conseguinte não produzirá ovos e conseqüentemente, o aumento populacional será muito menor quando comparada a uma condição onde não exista a presença de *Pratylenchus*. Esse efeito ecológico no aumento populacional dos nematoides pode ser potencializado se a espécie de *Pratylenchus* tiver alto potencial biótico (potencial reprodutivo intrínseco a espécie) e a de *Meloidogyne* não apresentar a mesma característica. Entre as espécies de *Pratylenchus* que ocorrem no Brasil, *Pratylenchus zaeae* apresenta o maior potencial biótico (GONZAGA, 2006), ao passo que *M. javanica* possui potencial consideravelmente menor que o do outro nematoide de galhas (*M. incognita*) de importância econômica para a cultura. Testes adicionais sobre a interação ecológica entre estes nematoides deverão ser realizados sob condições controladas, a fim de verificar e mensurar o referido efeito.

A população de *Trichodorus* sp. e de *Paratrichodorus* sp. foram reduzidas aos 120 e 180 dias pela formulação de Fungos nematófagos no Agrolmin Nitro (300 L.ha⁻¹) e aos 180 dias para os tratamentos Fungos nematófagos a 0,5 e a 1 L/m linear (Figura 6).

Para o valor médio da população considerando-se todas as avaliações, somente para *M. javanica* nas raízes houve diferenças, sendo que o tratamento

Agrolmin Nitro a 300 L.ha^{-1} formulado com fungos nematófagos a 10% foi o mais eficiente no controle (Figura 7).

Por ocasião da colheita, com auxílio de um dinamômetro, foi determinada a massa de matéria fresca dos colmos sem ponteiro de cada parcela (Figuras 7 e 8).

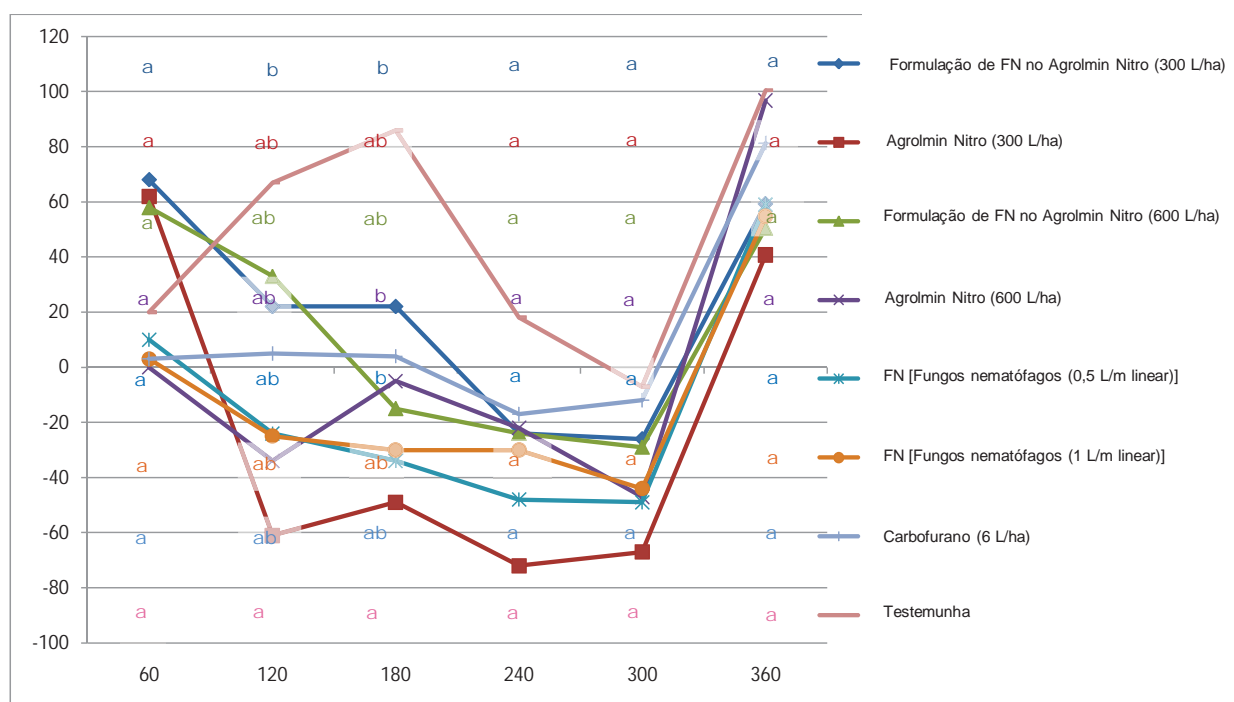


Figura 6. Médias para a população de *Trichoderus* sp. e de *Paratrichoderus* sp. presentes em 100 cm³ de solo, nos períodos de avaliação: 60, 120, 180, 240, 300, 360 dias após a instalação do experimento, entre o 4^o e o 5^o corte da cultura (Pacaembú, SP). Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

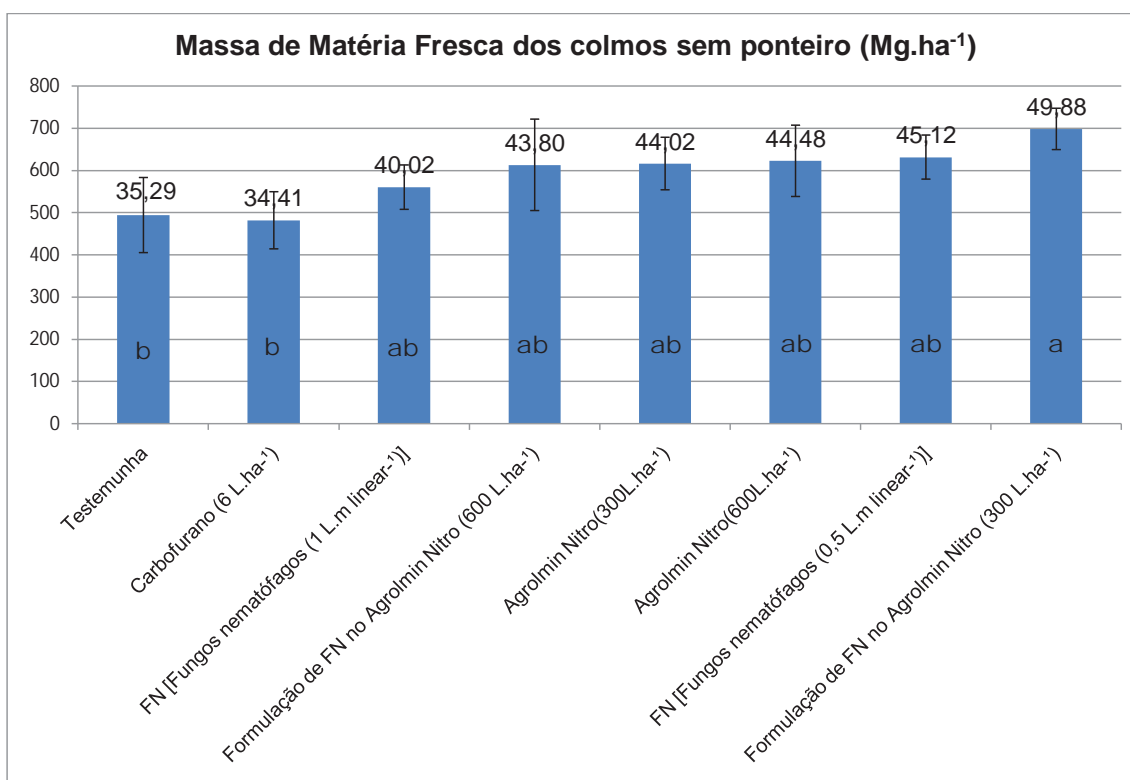


Figura 7. Médias dos valores da massa fresca dos colmos sem ponteiro (Mg.ha⁻¹) relativo ao 5^o corte da variedade de cana-de-açúcar RB865547, cujos tratamentos ocorreram imediatamente após o 4^o corte (Pacaembú, SP). As letras diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.



Figura 8. Vista frontal de duas parcelas, uma relativa à Testemunha e outra do tratamento com a formulação dos Fungos Nematófitos no produto Agrolmin Nitro 10:0:10 (300 L.ha⁻¹), antes da colheita do 5^o corte da cultura (Pacaembú, SP).

Em contraste com outros trabalhos relacionados ao controle químico (DINARDO-MIRANDA & GARCIA, 2002; DINARDO-MIRANDA et al., 2003; NOVARETTI & NELLI, 1985), o tratamento nematicida não contribuiu com aumento de produtividade, apesar de ter reduzido significativamente a população de *P. zae* no campo.

O produto Agrolmin Nitro é um produto organomineral a base de ácidos húmicos e fúlvicos extraídos de turfa, e, Agrolmin que é bastante semelhante ao Agrolmin Nitro, exceto por não receber nenhuma fonte de Nitrogênio ou Potássio. BARBOSA et al. (2007), fizeram um ensaio para avaliar possível formação de alo inibitório e verificaram que, além de não inibir, o produto Agrolmin estimulou o crescimento dos fungos nematófagos que se desenvolveram vigorosamente sobre discos de papel embebidos com o Agrolmin. Este fato nos ajuda a entender porque os fungos nematófagos aumentaram o período de controle sobre os nematoides quando formulados no Agrolmin Nitro. A multiplicação dos fungos no produto deve ter continuado a ocorrer após a aplicação do tratamento. O produto na forma líquida tem penetração favorecida quando comparado a aplicação dos fungos no substrato sólido, reduzindo a morte de fungos que ficaram menos expostos à radiação ultravioleta do sol, além de favorecer o contato dos fungos com os nematoides que ficam em sua maior parte, nos primeiros 20 cm de profundidade no solo.

Os tratamentos com fungos nematófagos a 0,5 e 1 L/m linear formulados em substrato sólido, quando considerados os seis períodos de avaliação, controlaram a população de *M. javanica* (Figura 9) e, ao final do experimento, não apresentaram diferença estatística quanto a massa de matéria fresca dos colmos sem ponteiro proporcionada (Figura 7).

Para o valor médio da população considerando-se todas as avaliações, somente para *M. javanica* nas raízes houveram diferenças, sendo que, a formulação dos fungos nematófagos no Agrolmin Nitro a 300 L.ha⁻¹, foi o tratamento mais eficiente no controle do nematoide (Figura 9).

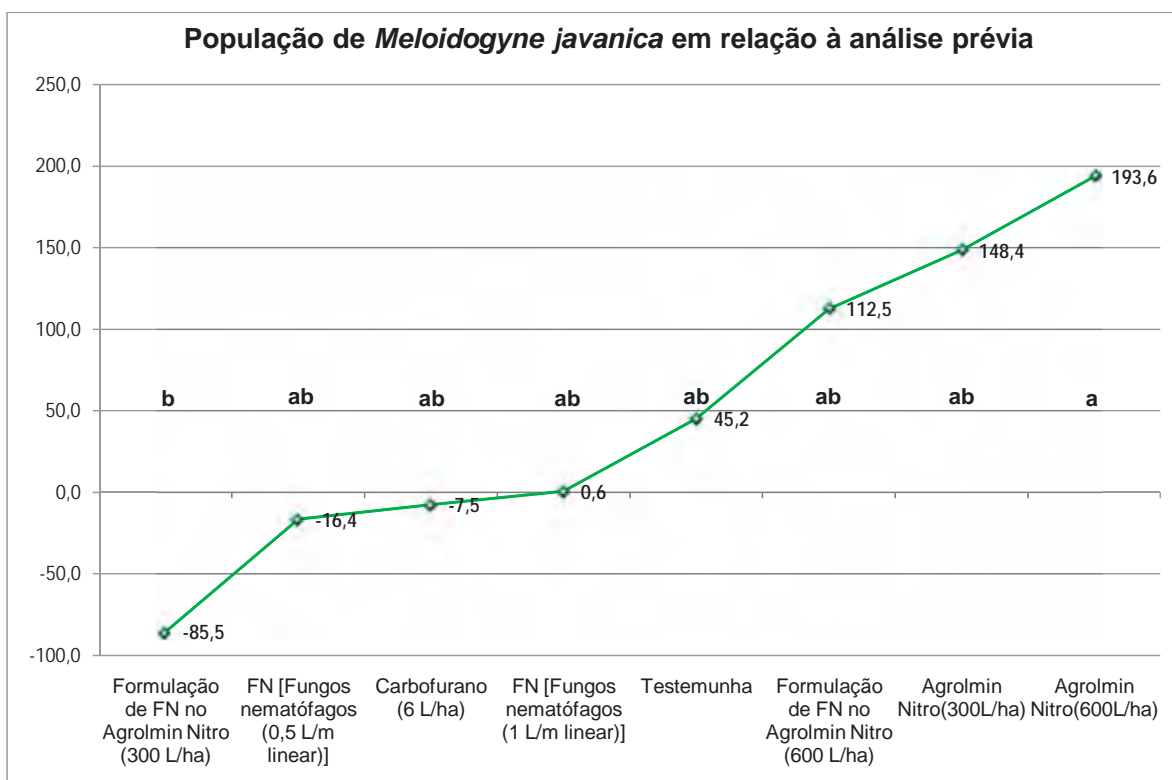


Figura 9. Médias da população de *Meloidogyne javanica* presente em 10 gramas de raízes em relação à análise prévia, considerando-se os seis períodos de avaliação. Letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

A formulação dos fungos nematófagos no Agrolmin Nitro a 600 L.ha⁻¹ não proporcionou controle de nematoides e produtividade semelhante ao ocorrido para a formulação do fungos nematófagos no Agrolmin Nitro a 300 L.ha⁻¹. Este fato deve estar relacionado a elevação do pH proporcionado pelo Agrolmin Nitro cuja dose de aplicação recomendada pela empresa a época era de 300 L.ha⁻¹, e, portanto, 600 L.ha⁻¹ é o dobro da dose. A área onde foi instalado o experimento já havia sido corrigida em relação ao pH através de calagem e o produto Agrolmin Nitro 10:0:10 utilizado no experimento possuía como característica, pH alto (pH \simeq 11) por conta dos reagentes utilizados no processo de extração dos ácidos húmicos e fúlvicos da turfa. Devido ao efeito tamponante dos ácidos húmicos e fúlvicos, esse pH é de difícil redução e, com o produto no dobro da dose, o pH do solo na região onde o produto aplicado fica inadequado para que seja atingido o máximo potencial da cultura, além de desfavorecer o desenvolvimento dos fungos nematófagos, cujo pH ideal é de 6,5, bem como, o de outros microorganismos nativos e benéficos à cultura. A intenção dessa alta dose foi fundamentada a fim de testar-se qual seria o efeito sobre a população dos nematoides, visto que, SOARES et al. (2009) comprovaram efeito de inibição do produto Agrolmin sobre a eclosão e motilidade de juvenis de segundo estágio de *M. javanica*. Como no solo, o produto dificilmente entraria em contato direto com os nematoides, levantou-se a hipótese de que ao dobrar a dose, o controle dos nematoides seria efetivo a campo.

O controle químico com Carbofurano proporcionou massa de matéria fresca dos colmos de cana-de-açúcar sem ponteiro semelhante ao obtido na testemunha sem aplicação. A cana-de-açúcar havia ficado dois anos sem colheita (“cana bis ou bisada”) e o experimento foi instalado entre o quarto e o quinto corte. Esse fato torna a cultura pouco responsiva a tratamentos de maneira geral. Apesar de ter proporcionado satisfatório controle dos nematoides, a massa de matéria fresca não foi influenciada por nenhum tipo de estímulo ao desenvolvimento vegetativo. Possivelmente, por se tratar de um produto sistêmico, o Carbofurano pode estar causando pequeno efeito fitotóxico às plantas e que, sob condições onde a cana-de-açúcar é mais responsiva como é o caso do primeiro ano de cultivo, a planta se recupera da intoxicação e consegue acréscimo de produtividade em relação à testemunha sem aplicação devido ao controle

de nematoides proporcionado pelo produto. Os demais tratamentos proporcionaram produtividade semelhante entre eles e intermediário em relação à formulação dos fungos nematófagos no produto Agrolmin Nitro (300 L.ha⁻¹) e o tratamento com Carbofurano.

O tratamento que se destacou dos demais por proporcionar bom controle dos nematoides e maiores valores de massa fresca dos colmos sem ponteiro de cana-de-açúcar, com acréscimo de 14,6 Mg.ha⁻¹ em relação à testemunha, foi a formulação dos fungos nematófagos no Agrolmin Nitro (300 L.ha⁻¹) (Figuras 3, 4, 5 e 7). Contudo, um experimento a campo revelou que a aplicação de nematicidas no plantio de diversas variedades infectadas com *P. zea* contribuiu para incrementos de produtividade, atingindo valores de até 40 Mg.ha⁻¹ (DINARDO-MIRANDA et al., 2006).

A substituição do nematicida químico pelo biológico formulado no adubo organomineral Agrolmin Nitro (10:0:10) a 300 L.ha⁻¹ é exequível e eficiente em maximizar a produtividade em áreas sob condições semelhantes as do presente estudo.

Conclusões

- O tratamento Formulação dos fungos nematófagos no Agrolmin Nitro a 300 L.ha⁻¹ reduziu os danos causados pelos nematóides nas raízes, promovendo a elevação da produção de Massa de Matéria Fresca dos colmos sem ponteiro em aproximadamente 14,6 Mg.ha⁻¹ em relação a testemunha, no quinto corte da cultura.

- O controle dos nematoides pelo produto Carbofurano não foi suficiente para proporcionar ganhos de produtividade nas condições do experimento.

Referências

ADAMS, P. B.; AYERS. W. A. Biological control of *Sclerotinia lettuce drop* in the field by *Sporodesmium sclerotivorum*. **Phytopathology**, Lancaster, v. 72, p. 485–488, 1982.

ALABOUVETTE, C.; LEMANCEAU, P.; STEINBURG, C. Recent advances in the biological control of Fusarium wilts. **Pesticide Science**, Barking, v. 37, p. 365–373, 1993.

BANZATO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação Agrícola**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP: Fundação de apoio à Pesquisa Ensino e Extensão, 2008. 237 p.

BARBOSA, B. F. F.; SOARES, P. L. M.; SANTOS, J. M. Avaliação da ação inibidora de Agrolmin sobre o crescimento de fungos nematófagos. In: Reunião Brasileira sobre Controle Biológico de Doenças de Plantas, IX, 2007, Campinas, **Anais...** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2007. p. 009-009.

BARBOSA, J. C.; MALDONADO JR, W. Agroestat - Sistema para Análises Estatísticas de Ensaio Agrônomicos, Versão 1.1.0.626, 2011.

BERNARDO, E. R. A. **Eficácia do controle biológico de *Rotylenchulus reniformis* (Linford & Oliveira, 1940) em algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) com fungos nematófagos**. 2002. 74 f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

CAMPOS, H. de. **Estatística aplicada à experimentação com cana-de-açúcar**. Piracicaba: FEALQ, 1984. 292 p.

CHEN, Z. X., & D. W. DICKSON. Review of *Pasteuria penetrans*: Biology, ecology, and biological control potential. **Journal of Nematology**, Lawrence, v. 30, p. 313–340, 1998.

COOK, C. G.; EVANS, K. Resistance and tolerance. In: BROWN, R. H.; KERRY, B. R. (Ed.) **Principles and practice of nematode control in crops**. Orlando: Academic Press, 1987, p. 179-231.

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

CORBANI, R. Z. **Potencial do controle biológico de *Tylenchulus semipenetrans* com fungos nematófagos**. 2002. 44 f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

CRUMP, D. H. Biological control of potato and beet cyst nematodes. **Aspects of Applied Biology**, Harpenden, v. 53, p. 383–386, 1998.

DE LEIJ, F. A. A. M., KERRY, B. R., DENNEHY, J. A. The effect of fungal application rate and nematode density on the effectiveness of *Verticillium chlamydosporium* as a biological control agent for *Meloidogyne incognita*. **Nematologica**, Leiden, v. 38, p. 112–122, 1992.

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

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

DINARDO-MIRANDA, L. L.; GIL, M. A.; GONÇALVES, R. F. Interação entre nematicidas e herbicidas aplicados no plantio da cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 24, n. 3, p. 557-562, 2006.

GONZAGA, V. **CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA, MORFOMÉTRICA E MULTIPLICAÇÃO IN VITRO DAS SEIS ESPÉCIES MAIS COMUNS DE *Pratylenchus* Filipjev, 1936 QUE OCORREM NO BRASIL** 2006. 79f. Tese de Doutorado

(Doutorado em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

HARMAN, G. E. Seed treatments for biological control of plant disease. **Crop Protection**, Guildford, v. 10, p. 166–171, 1991.

HOJAT JALALI, A. A., SEGERS, R.; COOSEMANS, J. Biocontrol of *Heterodera schachtii* using combinations of the sterile fungus, StFCH1-I, *Embellisia chlamydospora* and *Verticillium chlamydosporium*. **Nematologica**, Leiden, v. 44, p. 345–355, 1998.

JENKINS, W. R. A. Rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Reporter**, St. Paul, v. 48, n. 9, p. 692-692, 1964.

KERRY, B. R. Progress towards biological control strategies for plant-parasitic nematodes. In: The 1998 Brighton Crop Protection Conference, 3, 1998, Alton, **Pests and Diseases**, Llandeilo, v. 3, p. 739–746, 1998.

KERRY, B. R.; BOURNE, J. M. The importance of rhizosphere interactions in the biological control of plant-parasitic nematodes - a case study using *Verticillium chlamydosporium*. **Pesticide Science**, Texas, v. 47, p. 69–75, 1996.

KRZYZANOWSKI, A. A. **Controle biológico de nematóides de galha do cafeeiro com fungos nematófagos**. 2006. 60 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

LANDELL, M. G. A.; SILVA, M. A. Manual do experimentador – melhoramento da cana-de-açúcar. In: Instituto agrônômico. **Metodologia de experimentação**: ensaios de competição em cana-de-açúcar, Pindorama, 1995, p. 3-9. Apostila.

LARKIN, R. P.; ROBERTS, D. P.; GRACIA-GARZA, J. A. Biological control of fungal diseases. In: HUTSON, D.; MIYAMOTO, J. (Ed.) **Fungicidal activity—chemical and**

biological approaches to plant protection. New York: John Wiley & Sons, 1998. p. 149–191.

LEMANCEAU, P.; BAKKER, P. A. H. M.; KOGEL, W. J.; ALABOUVETTE, C. Effect of pseudobactin 358 production by *Pseudomonas putida* WCS358 on suppression of Fusarium wilt of carnations by nonpathogenic *Fusarium oxysporum* Fo47. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 58, p. 2978–2982, 1992.

LUMSDEN, R. L.; LOCKE, J. C. Biological control of damping-off caused by *Pythium ultimum* and *Rhizoctonia solani* with *Gliocladium virens* in soilless mix. **Phytopathology**, St. Paul, v. 79, p. 361–366, 1989.

MAHESWARI, T. U.; MANI, A. Combined efficacy of *Pasteuria penetrans* and *Paecilomyces lilacinus* on the biocontrol of *Meloidogyne javanica* on tomato. **International Nematology Network Newsletter**, Raleigh, v. 5, p. 10–11, 1988.

MAIA, A. S. **Isolamento, identificação e potencialidade de fungos como agentes de Biocontrole de *Meloidogyne* spp. E *Heterodera glycines*.** 2000. 117 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.

MAROIS, J. J.; JOHNSTON, S. A.; DUNN, M. D.; PAPAVIDAS, G. C. Biological control of Verticillium wilt of eggplant in the field. **Plant Disease**, St. Paul, v. 66, p. 1166–1168, 1982.

MARTINELLI, P. R. P. **Estudo do controle biológico dos nematóides dos citros no estado de São Paulo.** 2008. 106 f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.

NELSON, E. B. Biological control of Pythium seed rot and preemergence damping-off of cotton with *Enterobacter cloacae* and *Erwinia herbicola*. **Plant Disease**, St. Paul, v. 72, p. 140–142, 1988.

NOVARETTI, W. R. T.; NELLI, E. J. Use of nematicide and filter cake for control of nematodes attacking sugarcane, in São Paulo State. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 9, n. 2, p. 175-184, 1985.

NUNES, H. T. **Agentes microbianos no controle de nematóides e fungos fitopatogênicos de soja e sua compatibilidade com agroquímicos**. 2008. 60 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.

OWNLEY, B. H.; WELLER, D. M.; ALDREDGE, J. R. Relation of soil chemical and physical factors with suppression of take-all by *Pseudomonas fluorescens* 2-79. In: KEEL, C.; KOLLER, B.; DEFAGO, G. (Ed.) **Plant growth-promoting rhizobacteria—progress and prospects**. Interlaken: IOBC/WPRS Bull. No. 14. 1992.

PERVEEN, S.; EHTESHAMUL-HAQUE, S.; GHAFAR, A. Efficacy of *Pseudomonas aeruginosa* and *Paecilomyces lilacinus* in the control of root rot-root knot disease complex on some vegetables. **Nematologia Mediterranea**, Bari, v. 26, p. 209–212, 1998.

PIERSON, E. A.; WELLER, D. M. Use of mixtures of fluorescent pseudomonads to suppress take-all and improve the growth of wheat. **Phytopathology**, St. Paul, v. 84, p. 940–947, 1994.

RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H. **Outras culturas industriais**. In: Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). 2. Ed. Rev., Campinas: IAC. 1997. p. 233-236. (Boletim Técnico, 100).

RODRIGUEZ-KABANA, R.; MORGAN-JONES, G. Potential for nematode control by mycofloras endemic to the tropics. **Journal of Nematology**, Jay, v. 20, p. 191–203, 1988.

SASSER, J. N.; FRECKMAN, D. W. A world perspective on nematology; the role of the society. In: VEECH, J.A.; DICKSON, D.W. (Ed.). **Vistas on nematology**. Hyattsville: Society of Nematologists, 1987. p. 7-14.

SAYRE, R. M. Pathogens for biological control of nematodes. **Crop Protection**, Guildford, v. 5, p. 268–276, 1986.

SIDDIQUI, I. A.; EHTESHAMUL-HAQUE, S.; GHAFAR, A. Root dip treatment with *Pseudomonas aeruginosa* and *Trichoderma* spp., in the control of root rot-root knot disease complex in chili (*Capsicum annum* L.). **Pakistan Journal of Nematology**, Karachi, v. 17 p. 67–75, 1999a.

SIDDIQUI, I. A.; EHTESHAMUL-HAQUE, S.; GHAFAR, A. Use of *Pseudomonas aeruginosa* and fungal antagonists in the control of root knot-root rot disease complex on mungbean and mashbean. **Pakistan Journal of Nematology**, Karachi, v. 17, p. 155–167, 1999b.

SIDDIQUI, Z. A. & HUSAIN, S. I. Studies on the biological control of root-knot nematode. **Current Nematology**, Allahabad, v. 2, p. 5–6, 1991.

SIDDIQUI, Z. A.; MAHMOOD, I. Biological control of *Meloidogyne incognita* race 3 and *Macrophomina phaseolina* by *Paecilomyces lilacinus* and *Bacillus subtilis* alone and in combination on chickpea. **Fundamental and Applied Nematology**, Paris, v. 16, p. 215–218, 1993.

SIDDIQUI, Z. A.; MAHMOOD, I. Biological control of *Heterodera cajani* and *Fusarium udum* by *Bacillus subtilis*, *Bradyrhizobium japonicum*, and *Glomus fasciculatum* on pigeonpea. **Fundamental and Applied Nematology**, Paris, v. 18, p. 559–566, 1995a.

SIDDIQUI, Z. A.; MAHMOOD, I. Some observations on the management of the wilt disease complex of pigeonpea by treatment with a vesicular arbuscular fungus and biocontrol agents for nematodes. **Bioresource Technology**, Taiwan, v. 54, p. 227–230. 1995b.

SIDDIQUI, Z. A.; MAHMOOD, I. Biological control of plant parasitic nematodes by fungi. A review. **Bioresource Technology**, Washington, v. 58, p. 229–239, 1996.

SIDDIQUI, Z. A.; MAHMOOD, I. Role of bacteria in the management of plant-parasitic nematodes: A review. **Bioresource Technology**, Washington, v. 69, p. 167–179, 1999.

SIKORA, R. A.; HOFFMANN-HERGARTEN, S. Biological control of plant-parasitic nematodes with plant-health promoting rhizobacteria. In: LUMSDEN, R. D.; VAUGHN, J. L. (Ed.) *Pest management: Biologically based technologies*, 18, 1993, Washington, **Proceedings of Beltsville Symposium**. Washington: American Chemical Society. 1993. p. 166–172.

SOARES, P. L. M. **Estudo do controle biológico de fitonematóides com fungos nematófagos**. 2006. 217 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2006.

SOARES, P. L. M.; FERREIRA, R. J.; BARBOSA, B. F. F.; SANTOS, J. M. Efficacy of Agrolmin isolated or associated to Carbofuran on hatch and mobility of second stage juveniles of *Meloidogyne javanica* in vitro. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 33, n. 4, p. 429-429, 2009.

SOARES, P. L. M.; SANTOS, J. M.; BARBOSA, B. F. F.; MARTINELLI, P. R. P.; ALMEIDA, E. J.; PAES, V. S. Fungos nematófagos no controle biológico de fitonematoides. In: BALDIN, E. L. L.; FUJIHARA, R. T.; FIRMINO, A. C.; NEGRISOLI, E.; SOUZA, E. S.; PRADO, E. P.; MARUBAYASHI, J. M. **Avanços em Fitossanidade**. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 2011. p. 1-19.

SOSAMMA, V. K.; KOSHY, P. K. Biological control of *Meloidogyne incognita* on black pepper by *Pasteuria penetrans* and *Paecilomyces lilacinus*. **Journal of Plantation Crops**, Kasarogod, v. 25, p. 72–76, 1997.

SOUTHEY, J. F. **Laboratory methods for work with plant and soil nematodes**, (Ed). London: Minist. Agric. Fisch. Fd., 1970. 148 p. (Bulletin 2)

STEEL, R. G D & TORRIE, J. H. **Principles and procedures of statistics**. New York, McGraw, 1997, p.672.

STIRLING, G. R. **Biological control of plant-parasitic nematodes**. Wallingford, CAB International, 1991. 282 p..

WELLER, D. M.; COOK, R. J. Suppression of take-all of wheat by seed treatments with fluorescent pseudomonads. **Phytopathology**, St. Paul, v. 73, p. 463–469, 1983.

YOUSSEF, M. M. A., ALI, M. S. Management of *Meloidogyne incognita* infecting cowpea by using some native blue-green algae. **Anzeiger fur Schädlingskde**, Pflanzenschutz, Umweltschutz, v. 71, p. 15–16, 1998.

ZAKI, M. J.; MAQBOOL, M. A. Effect of *Pasteuria penetrans* and *Paecilomyces lilacinus* on the control of root-knot nematodes on brinjal and mung. **Pakistan Journal of Nematology**, Bangladesh, v. 10, p. 75–79, 1992.