

ANDRÉA CHAVES

ALTERNATIVAS PARA O MANEJO INTEGRADO DE  
FITONEMATÓIDES EM CANA-DE-AÇÚCAR EM TABULEIROS  
COSTEIROS DE PERNAMBUCO

RECIFE – PE  
JANEIRO, 2007

ANDRÉA CHAVES

ALTERNATIVAS PARA O MANEJO INTEGRADO DE  
FITONEMATÓIDES EM CANA-DE-AÇÚCAR EM TABULEIROS  
COSTEIROS DE PERNAMBUCO

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação  
em Fitossanidade da Universidade Federal Rural  
de Pernambuco, como parte dos requisitos para  
obtenção do grau de Doutor em Fitopatologia

COMITÊ DE ORIENTAÇÃO

Professora Dra. Elvira Maria Régis Pedrosa - Orientadora

Professor Dr. Rildo Sartori Barbosa Coelho - Co-orientador

Professora Dra. Uided Maaze Tibúrcio Cavalcante - Co-orientadora

RECIFE – PE

JANEIRO, 2007

ALTERNATIVAS PARA O MANEJO INTEGRADO DE  
FITONEMATÓIDES EM CANA-DE-AÇÚCAR EM TABULEIROS  
COSTEIROS DE PERNAMBUCO

ANDRÉA CHAVES

Tese defendida e aprovada pela Banca Examinadora em / /

ORIENTADORA:

---

Prof.<sup>a</sup>. Dra. Elvira Maria Régis Pedrosa

EXAMINADORES:

---

Prof. Dr. Rildo Sartori Barbosa Coelho

---

Prof. Dr. Gerson Quirino Bastos

---

Prof.<sup>a</sup>. Dra. Sonia Maria Alves de Oliveira

---

Prof. Dr. Gaus Silvestre de Andrade Lima

---

Dra. Andréa Baltar Barros

RECIFE – PE

JANEIRO, 2007

“...os que confiam no Senhor renovam as suas forças; voam alto como águias, correm e não se cansam, caminham e não se fatigam.”

Isaías 40: 31

À memória do meu pai Waldecy Chaves e à querida mãe Elaine pelo exemplo de amor, coragem, força e determinação.

Às minhas irmãs Rúbria e Cíntia, pelo incentivo e confiança em todos os momentos desta caminhada.

A Jairo Júnior, amado sobrinho e filho que Deus não me deu.

À querida Thayza Fiúza pelo apoio e carinho.

## OFEREÇO

Ao meu marido Pedro Fiuza, pelo amor, apoio e cumplicidade incondicionais.

## DEDICO

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom supremo da vida e pela oportunidade de crescimento e evolução.

À memória de meus avós Régis e Elvira e a tia Rejane, pela contribuição que deram à minha formação.

À tia Edine e aos sobrinhos Eduardo e Gabriela pelo carinho e apoio.

À Professora Elvira Maria Régis Pedrosa, pela dedicação, atenção, paciência, carinho e amizade, durante a orientação da tese.

À Misterlaine Karla, pela dedicação, amizade, presteza e exemplo de profissionalismo.

Ao professor Rildo Sartori Coelho pelo carinho, atenção e presteza durante a condução deste trabalho.

Aos professores Gerson Quirino Bastos, Gaus Andrade, Andréa Baltar e Sônia Oliveira pelo carinho e participação na banca examinadora.

À Profa Rejane Pimentel do Departamento de Biologia, Área de Botânica da UFRPE pela atenção, carinho e préstimos nos trabalhos.

Ao Prof. Armando Marsden do departamento de Micologia da UFPE pela grande ajuda prestada nos seminários no decorrer do curso.

A todos os professores da Pós-Graduação em Fitossanidade da UFRPE, pelos préstimos e ensinamentos recebidos.

À toda equipe da Usina Santa Teresa, em especial ao Gerente Agrícola Sérgio Murilo, aos agrônomos Guilherme Cordeiro e Guilherme Heráclio e ao técnico agrícola José Carlos Avelino,

pela atenção, zelo e facilidades oferecidas para a instalação, avaliação e colheita dos experimentos.

À toda equipe da Estação de Cana-de-açúcar do Carpina, em especial ao Diretor e amigo, Engenheiro Agrônomo Djalma Simões e ao Coordenador da Área de Melhoramento, Luiz José Oliveira Tavares de Melo, pelo estímulo e atenção prestados no decorrer do Curso.

À equipe de nematologia da UFRPE em especial a Maurício Estolano, Fátima Pontes, Jeane Medeiros, Daniela Salgues, Carmem Virgínia, Ticiano Miranda e Roberto Cavalcanti.

À Lílian Guimarães e Sandra Maranhão pelo companheirismo, amizade, presteza e carinho; por todas as alegrias e provações que nos tornaram mais fortes e verdadeiramente AMIGAS.

Aos colegas da nematologia Paulo Henrique, Andréa Baltar e Regina Ceres pela amizade, apoio e estímulo e aos colegas de turma: Eric Couto, Ilka Serra, Íris Lettieri, Marissônia Noronha, Indira Molo, Beatriz Barguil, Neilza Castro e Rinaldo Lima Filho.

À amiga Regina Daniela pelo apoio e força incondicionais.

Aos funcionários da Área de Fitossanidade/UFRPE, em especial às secretárias Darci Martins e Sueli Mancilla.

A todos que direta e indiretamente contribuíram para a condução deste trabalho.

## SUMÁRIO

	Páginas
RESUMO.....	10
ABSTRACT.....	12
CAPÍTULO I – Introdução geral.....	14
Referências Bibliográficas.....	31
CAPÍTULO I I – Efeito do óleo de nim e torta de filtro sobre nematoides endoparasitos da cana-de-açúcar em tabuleiros costeiros de Pernambuco.....	51
Resumo.....	52
Summary.....	53
Introdução.....	54
Material e Métodos.....	57
Resultados e Discussão.....	58
Conclusões.....	60
Agradecimentos.....	60
Literatura Citada.....	61
CAPÍTULO I I I – Efeito de Acibenzolar-S-Metil, Silicato de Cálcio e Extrato de Nim no Manejo de <i>Meloidogyne</i> spp. e <i>Pratylenchus zae</i> em Cana-de-açúcar.....	70
Resumo.....	71
Abstract.....	72
Introdução.....	73
Material e Métodos.....	75
Resultados e Discussão.....	77



Agradecimentos.....	81
Referências Bibliográficas.....	81
CAPÍTULO IV – Resistance induction to <i>Meloidogyne incognita</i> in Sugarcane through Mineral Organic Fertilizers.....	92
Abstract.....	93
Introduction.....	93
Materials and Methods.....	94
Results and Discussion.....	95
Resumo.....	97
Referências.....	99
CONCLUSÕES GERAIS.....	101

## RESUMO

No nordeste do Brasil o uso de solos arenosos de tabuleiros costeiros com cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.) e as altas temperaturas associadas a longos períodos de estação seca têm favorecido o parasitismo de fitonematoides, particularmente *Meloidogyne* spp. e *Pratylenchus zaeae*, aumentando a severidade nos campos de cultivo. Embora muitas medidas de controle venham sendo aplicadas, nenhuma tem sido eficiente o suficiente para manter o nível populacional dos fitonematóides abaixo dos níveis de dano. Dessa forma três experimentos foram conduzidos buscando alternativas mais eficientes, econômicas e de menor impacto ambiental. No primeiro experimento, foi avaliado o efeito do óleo de nim, torta de filtro e aldicarb sobre a densidade populacional de nematóides endoparasitos e variáveis produtivas e tecnológicas da cana-de-açúcar em campo naturalmente infestado. Não ocorreram diferenças significativas nas variáveis tecnológicas. O diâmetro dos colmos e a produtividade foram menores ( $P=0,05$ ) nas testemunhas e no tratamento nematicida isoladamente. As maiores ( $P=0,05$ ) médias produtivas foram encontradas nas parcelas com torta de filtro e torta de filtro (60 t/ha) + óleo de nim (1%), não havendo diferença entre altura e número de colmos. A densidade populacional de *Meloidogyne* spp. no solo e na raiz não sofreu efeito dos tratamentos, diferentemente de *P. zaeae* que apresentou as menores densidades em raízes com nematicida e com o óleo de nim (2%), mostrando eficiência no controle de *P. zaeae* em condições de campo. No segundo experimento, avaliou-se em condições de campo a eficiência dos Acibenzolar-S-Metil (ASM), fertilizante silicatado e extrato de nim no manejo integrado de *Meloidogyne* spp. e *P. zaeae*. Torta de filtro (50 t/ha) + aldicarb (20 kg/ha) + extrato de nim (1%) pulverizado sobre os rebolos aumentaram ( $P=0,05$ ) a altura das plantas. ASM (100g/100 L) pulverizado sobre os rebolos e aldicarb (20 kg/ha) + ASM (100g/100 L) promoveram aumentos ( $P=0,05$ ) no diâmetro dos colmos. Os maiores ( $P=0,05$ )

0,05) incrementos produtivos ocorreram nas parcelas com torta de filtro e fertilizante silicatado. Não ocorreu diferença significativa nos níveis dos endoparasitos no solo, diferentemente do que ocorreu nas raízes, quando as densidades de *Meloidogyne* spp. foram menores ( $P= 0,05$ ) nas parcelas com fertilizante silicatado isoladamente e em conjunto com os demais tratamentos. ASM não apresentou efeito sobre a densidade deste fitonematóide e o extrato de nim foi eficiente quando usado em conjunto com aldicarb ou aldicarb + torta de filtro. *Pratylenchus zae* não foi afetada pelos tratamentos. No terceiro experimento foi investigado, em casa de vegetação, os efeitos de três complexos organo-minerais (Coda Radimax, Coda Humus PK e Coda Vit) na indução de resistência a *M. incognita* em três variedades (RB 92579, RB 863129, RB 867515) de cana-de-açúcar. Todas as variedades estudadas foram boas hospedeiras de *M. incognita*. Em relação à testemunha, Coda Radimax reduziu significativamente o número final de ovos por sistema radicular em todas as variedades. Coda Humus-PK e Coda Vit se mostraram eficientes em diminuir ( $P=10,05$ ) a densidade de ovos em RB 867515, mas não em RB 863129. Todos os compostos testados não afetaram o diâmetro do colmo, peso da biomassa seca da parte aérea e número de perfilho. Não ocorreram modificações anatômicas significativas nos tecidos das plantas inoculados com *M. incognita* em relação aos tecidos sadios.

Palavras-chave: *Saccharum* sp., *Azadirachta indica*, *Meloidogyne* spp., *Pratylenchus zae*, acibenzolar-S-metil, fosfitos.

## ABSTRACT

In Northeastern Brazil the land use of sandy coastal table with sugarcane (*Saccharum* sp.) cropping associated with high temperatures and long dry seasons have increased plant parasitism nematode, particularly *Meloidogyne* spp. and *Pratylenchus zae*, severity in fields. Despite many control measures have been applied, none has been efficient enough to keep nematode level under economic threshold. Therefore three experiments were conducted searching for more efficient, economic and ecological sound control alternatives. In the first experiment, it was evaluated the effect of neen (*Azadirachta indica*) oil, filter pressed mud and aldicarb on endoparasitic nematodes density and on technological and productive variables of sugarcane in a naturally infested field. There was no significant difference among treatments within technological variables. Stalk diameter and productivity were lower ( $P=0.05$ ) in the control and the nematicide treatment. Plants with filter cake (60 t/ha) and filter cake (60 t/ha) + Neen oil (1%) presented the highest ( $P=0.05$ ) productive means, showing no significant difference in plant height and stalk number. *Meloidogyne* spp. densities in both soil and root were not affected by treatments, in contrast to *P. zae*, which presented the lowest ( $P=0.05$ ) density in plots with aldicarb or neen oil (2%), indicating efficiency these products under field conditions. In the second experiment, it was evaluated acibenzolar-S-methyl (ASM), silicated fertilizer, and neen extract efficiency on the integrated management of *Meloidogyne* spp. and *P. zae* in a sugarcane field. The association filter cake (50 t/ha) + aldicarb (20 kg/ha) + neen extract (1%) sprinkled on seed stalks significantly increased plant height. ASM (100g/100 L) sprinkled on seed stalks and aldicarb (20 kg/ha) + ASM (100g/100 L) sprinkled on shoots increased ( $P=0.05$ ) stalk diameter. The highest ( $P=0.05$ ) increases in productivity occurred in plots with filter pressed mud and silicated fertilizer. There was no significant difference in endoparasites densities in soil, in

contrast to the roots, in which *Meloidogyne* spp. densities were significantly lower in plots with silicated fertilizer alone or in association with the other treatments. ASM did not affect root-knot nematode densities and neem extract was efficient only in association with aldicarb or aldicarb + filter cake. *Pratylenchus zaeae* was not affected by any treatment. In the third experiment it was investigated under greenhouse the effects of three mineral organic complexes (Coda Radimax, Coda Humus PK and Coda Vit) on induction of resistance to *M. incognita* in three sugarcane varieties (RB 92579, RB 863129, RB 867515). All varieties were good host to *M. incognita*. Comparing to the untreated control, Coda Radimax significantly decreased final number of eggs per root system in all sugarcane varieties. Coda Humus-PK and Coda Vit were efficient in reducing eggs density in RB 867515 but not in RB 863129. All tested compounds did not affect stalk diameter, number and dry weight of shoots. No significant anatomical changes were observed in the *M. incognita* inoculated tissues examined using bright field microscopy, compared to corresponding tissues in healthy plants.

Key Words: *Saccharum* sp., *Azadirachta indica*, *Meloidogyne* spp., *Pratylenchus zaeae*, acibenzolar-S-methyl, phosphates.



# CAPÍTULO I

## Introdução Geral

## INTRODUÇÃO GERAL

### 1. A CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR E O BRASIL

A cana-de-açúcar, híbridos de *Saccharum* spp., é uma planta alógama, família Gramineae (Poaceae), tribo Andropogoneae e gênero *Saccharum*, que originou especificamente *S. officinarum* L. (2n=80), *S. robustum* Brandes e Jeswiet ex Grassl (2n=60-205), *S. barberi* Jeswiet (2n=81-124), *S. sinense* Roxb (2n=111-120), *S. spontaneum* L. (2n= 40-128) e *S. edule* Hassk (2n=60-80). Genomas de todas essas espécies, exceto *S. edule*, podem estar participando, em maior ou menor proporção, dos híbridos atualmente cultivados (MATSUOKA; CALHEIROS; GARCIA, 1999).

Originária da Ásia (BARNES, 1964) foi introduzida no Brasil em 1522 por Martim Afonso de Souza (FERNANDES, 1990). Devido às condições climáticas e pedológicas favoráveis ao desenvolvimento, a cultura se expandiu em engenhos pelo litoral do país, e rapidamente, o Brasil tornou-se o maior produtor mundial com 420.120.992 t e área cultivada de 5.767.180 ha, seguido pela Índia (232.320.000 t), China (88.730.000 t), Tailândia (49.572.000 t) e Paquistão (47.244.100 t) (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO, 2006).

A implantação do Programa Nacional do Alcool (Pró-álcool), proporcionou significativo aumento na área de produção em todo o país (ANDRADE, 1985). A agroindústria da cana-de-açúcar gera cerca de um milhão de empregos diretos na área rural e outros 300 mil diretos e indiretos na área industrial, proporcionando desta forma, grande contribuição social para o Brasil (SINDICATO DA INDÚSTRIA DO AÇÚCAR E DO ÁLCOOL NO ESTADO DE PERNAMBUCO - SINDAÇÚCAR, 2003).

Atualmente, a região Nordeste contribui em média com 16% da produção, apresentando índices médios de produtividade inferiores aos encontrados nos Estados do Centro-sul e da região Centro-oeste. O estado de São Paulo lidera a produção nacional com 259.564.500 t, seguido do Paraná (34.835.081 t), Minas Gerais (29.631.964 t), Alagoas (23.000.000 t) e Pernambuco (18.661.848 t) (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, 2006). Entre os fatores fitossanitários que contribuem com diferenças produtivas entre os Estados do Nordeste e do Centro-sul, estão as altas incidências de fitonematóides que para a cultura, são de grande importância econômica induzindo elevadas perdas (MOURA; MACEDO, 1997; CHAVES; PEDROSA; MOURA, 2002; CHAVES; PEDROSA; MOURA, 2003; CHAVES; PEDROSA; MELO, 2004).

## 2. PRINCIPAIS FITONEMATÓIDES DA CANA-DE-AÇÚCAR NO NORDESTE

No Nordeste, a expansão da área de cultivo de cana-de-açúcar para solos arenosos de tabuleiros costeiros e a ocorrência de estações com secas prolongadas agravaram substancialmente os problemas ocasionados por fitonematóides, principalmente por espécies dos gêneros *Meloidogyne* Goeldi e *Pratylenchus* Graham (MOURA et al., 2000). Análises eletroforéticas, bem como testes com plantas diferenciadoras mostraram a presença de fitonematóides das galhas ocorrentes no Nordeste, na proporção de 64% e 36% para *M. incognita* (Kofoid & White) Chitwood e *M. javanica* (Treub) Chitwood, respectivamente (CHAVES; PEDROSA; MOURA, 2002), confirmando os estudos de MOURA; RÉGIS; MOURA (1990).

A ocorrência conjunta dos gêneros *Meloidogyne* e *Pratylenchus*, com alta severidade e fácil disseminação, dificulta o controle desses organismos no campo (MOURA et al., 2000).



Estudos revelam que as perdas causadas por esses fitoparasitos são maximizadas em todos os Estados do Nordeste pelas freqüentes ocorrências com dois outros graves problemas fitossanitários, o raquitismo das soqueiras e os cupins (REGIS; MOURA, 1989; MOURA, 2000).

Moura (2005) lista, além dos gêneros supracitados, alguns fitonematóides assinalados no estado de Pernambuco pelo Laboratório de Fitonematologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como: *Radopholus* sp. Thorne, 1949, *Paratrichodorus minor* (Colbran, 1956) Siddiqi, 1974, *Trichodorus* sp. Cobb, 1913, *Xiphinema* sp. Cobb, 1913, *Criconemella ornata* Raski, 1958, *Helicotylenchus dihystra* (Cobb., 1893) Sher, 1961, *Hemicycliophora arenaria* Raski, 1958, *Longidorus* sp. Micoletzky, 1922 e *Rotylenchulus reniformis* Linford & Oliveira, 1940. Entre os ectoparasitas, os gêneros *Criconemella* De Grisse & Loof, *Helicotylenchus* Steiner, *Trichodorus* Cobb e *Paratrichodorus* Siddiqi são comuns na região (MOURA; ALMEIDA, 1981; CRUZ; SILVA; RIBEIRO, 1986).

A flutuação populacional dos fitonematóides ectoparasitos depende diretamente das condições climáticas, principalmente da precipitação e temperatura (NOVARETTI; NELLI, 1980). *H. dihystra* e fitonematóides do gênero *Criconemella* são considerados de baixa severidade para a cultura (ROMÀN, 1968; CADET, 1985). Pelos danos causados nas raízes, fitonematóides do gênero *Trichodorus* e *Paratrichodorus* são mais prejudiciais à cana-de-açúcar. Em estudos conduzidos 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, menor efeito foi observado, porque a cana era irrigada (CADET, 1985). O mesmo autor observou que, em socaria, as perdas foram ocasionadas principalmente devido à presença de *Xiphinema* e *Paratrichodorus*.

No nordeste do Brasil, a influência de ectoparasitos na produtividade das socas e do controle químico na dinâmica populacional desses fitonematóides tem sido pouco estudadas,

provavelmente devido à ocorrência destes organismos estar frequentemente associada a endoparasitos de maior virulência. Também, altas temperaturas e deficiências hídricas, nas condições em que se desenvolvem as socas no Nordeste, podem justificar menores populações dos ectoparasitos que têm o ciclo de vida completo na rizosfera (CHAVES; PEDROSA; MOURA 2003).

### 3.ALTERNATIVAS NO MANEJO INTEGRADO DE FITONEMATÓIDES

Muitas técnicas são recomendadas para o manejo de fitonematóides em cana-de-açúcar, no entanto, na prática, a eficiência dessas técnicas, quando empregadas isoladamente, muitas vezes é questionável, embora tenham sido testadas por alguns pesquisadores (NOVARETTI et al., 1989; CHAVES; PEDROSA; MOURA, 2002; CHAVES; PEDROSA; MELO, 2004).

A utilização de medidas não poluentes, denominada de controle alternativo, visa a redução da intensidade da doença, aumento da produção e da produtividade agrícola, pelo emprego de métodos culturais, mecânicos, físicos, legislativos, biológicos, resistência induzida, entre outros (PAULA JÚNIOR et al., 2005), não sendo incluídos entre estas táticas o controle químico e o melhoramento genético (BETTIOL, 1991).

A medida de controle mais adequada para as fitonematoses na cana-de-açúcar é a utilização de variedades resistentes, implicando em menor custo ao produtor e menos riscos ambientais, porém, não existem variedades comerciais resistentes às principais espécies de fitonematóides que parasitam a cultura (DINARDO-MIRANDA, 2005). Outras medidas, a exemplo de rotação de culturas com espécies vegetais não hospedeiras e do pousio em áreas com alta incidência de fitonematóides, não são comumente adotadas por produtores, pela idéia de maximização do uso do solo, principalmente em áreas irrigadas (DUTRA; CAMPOS, 2003).

Aliás, Dutra e Campos (2003) observaram diminuição significativa da população de *M. incognita* quando submeteram a área ao revolvimento do solo, irrigação e pousio durante 14 dias. O revolvimento do solo eliminou 54% da população de *M. javanica* remanescente num solo após 72 h (DUTRA; CAMPOS, 1998).

Entre as leguminosas promissoras para a prática da adubação verde, no cultivo orgânico, destacam-se: a mucuna-preta (*Stilozobium aterrimum* Piper e Tracy), a crotalária (*Crotalaria juncea* L.) e o feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* D.C.) por serem plantas rústicas e de eficiente desenvolvimento vegetativo, adaptadas às condições de baixa fertilidade e elevadas temperaturas (PEREIRA; BURLE; RESCK, 1992). Mucuna-preta e crotalárias também possuem a capacidade de reduzir a densidade populacional de fitonematóides parasitas de plantas (BRINGEL; SILVA, 2000).

Apesar de todas as medidas citadas poderem ser adotadas num sistema de manejo integrado, a aplicação de nematicidas para controle de fitonematóides é um método atrativo para os produtores pelo fato de alcançar resultados favoráveis num relativo curto período (HALBRENT; JAMES, 2003). Economicamente, o custo dos nematicidas limita o uso na agricultura; além disso, esses produtos são perigosos, responsáveis pela contaminação de lençóis freáticos, diminuição da camada de ozônio, e redução da microbiota do solo (PEASE et al., 1995).

Pin (1986) salientou o uso crescente de nematicidas no Nordeste em cana-de-açúcar e questionou a eficiência destes produtos nas socarias subseqüentes. Novaretti et al. (1980) verificaram que a aplicação destes produtos no plantio dessa cultura determinou acréscimo significativo de produtividade, o que não foi observado na socaria. Moura e Macedo (1997) concluíram que embora o uso do produto tivesse promovido ganhos reais por ocasião da colheita da cana planta, era evidente a necessidade de métodos de proteção para as socarias, devido à

rápida recuperação das populações de fitonematóides após o tratamento químico. Resultados semelhantes foram obtidos por Ferreira Lima (1997) e Barros; Moura e Pedrosa (2000). Chaves; Pedrosa e Moura (2002) ressaltam a necessidade do emprego de sistema integrado de medidas para o controle eficiente desses importantes fitopatógenos.

A matéria orgânica vem sendo usada como um componente importante do manejo integrado, com destacada eficiência no nordeste do Brasil, contribuindo dessa forma para a redução do uso dos produtos químicos nas lavouras canavieiras (MOURA, 2000). Entre as diversas formas de matéria orgânica, a torta de filtro, subproduto da industrialização do açúcar, destaca-se pela riqueza em potássio, cálcio, fósforo, nitrogênio e ferro (ORLANDO FILHO; LEME, 1984). Além dos benefícios usuais da matéria orgânica, a torta apresenta propriedades corretivas de acidez do solo por conta dos efeitos quelantes da matéria orgânica sobre o alumínio, alterações no balanço catiônico do solo e elevada capacidade de retenção de água, contribuindo para o aumento da produtividade da cana em sistemas não irrigados, melhorando a brotação e produtividade em plantios realizados em épocas desfavoráveis (PRASAD, 1976; COLETI; BITTENCOURT; GIACOMINI, 1980).

De acordo com Freire e Cortêz (2000), para cada tonelada de cana-de-açúcar colhida são produzidos 35 kg do produto, limitando o acesso a grandes quantidades de torta de filtro exigidas em áreas extensas com problemas de fitonematóides. Com efeito, Aguillera; Vieira e Masuda (1988) revelaram que no Sudeste, o tratamento com torta de filtro (30 t/ha) aumentou a produção de cana planta em 42% na variedade NA 56-79 e 36% em RB 735275. Em experimentos de campo, Novaretti e Nelli (1985) concluíram que os aumentos na produtividade observados nas parcelas tratadas com torta de filtro em áreas infestadas com *M. javanica* e *Pratylenchus zeae* Graham, não podiam ser atribuídos a efeitos nematicidas, mas a efeitos nutricionais; resultados similares foram observados por Dinardo-Miranda et al. (2003). Contudo, Albuquerque; Pedrosa e

Moura (2002) observaram em casa de vegetação reduções nas taxas de eclosão de juvenis de segundo estágio de *M. incognita* e *M. javanica*, decorrentes da exposição de ovos a extratos de torta de filtro.

Rodríguez-Kabana (1986) e Kaplan; Noe e Hartel (1992) afirmam que a matéria orgânica exerce efeito nocivo a fitonematóides pela liberação de diversas formas de nitrogênio no solo, além de aumentar a população microbiana antagonista a esses organismos. Segundo Dias et al. (2000), o aumento da biodiversidade antagonista resulta da liberação de compostos tóxicos durante a decomposição, contribuindo para a redução da população de *Meloidogyne* sp.

Técnicas menos agressivas e mais eficientes num sistema integrado de manejo de fitonematóides em cana-de-açúcar são necessárias, principalmente no nordeste brasileiro, onde as condições edafoclimáticas são menos favoráveis à cultura. Além do mais, o uso de medidas alternativas para manejo de doenças de plantas tem se intensificado nos últimos anos devido à necessidade de uma agricultura sustentável, com alta produtividade, qualidade e baixo impacto econômico e ambiental (SOARES; MARINGONI; LIMA, 2004). Entre essas medidas destacam-se o uso de indutores de resistência, utilização do silício, nim e sub-produtos da cana-de-açúcar como a torta de filtro.

### 3.1. USO DA RESISTÊNCIA INDUZIDA (RI)

Variedades resistentes representam o principal componente para um manejo eficiente de fitonematóides em sistemas integrados. Como a liberação de novas variedades de cana-de-açúcar para plantios comerciais são freqüentes, estudos são necessários para avaliar os danos causados pelos fitonematóides em diferentes genótipos, a fim de orientar o produtor quanto às possíveis adoções de medida de manejo (DINARDO-MIRANDA et al., 2003).

Variedades suscetíveis ou com baixo nível de resistência podem apresentar respostas de defesa em uma interação não específica, através de indução de resistência, desenvolvendo os mesmos mecanismos de defesa que ocorrem em uma interação incompatível. Estudos com indução de resistência em plantas têm sido explorados como ferramenta para o controle de doenças em diversas culturas na atualidade, porém, este fenômeno é conhecido há muitos anos (CHESTER, 1933).

A indução de resistência envolve a ativação de mecanismos de defesa latentes existentes na planta em resposta ao tratamento com agentes bióticos e abióticos, conhecida como resistência sistêmica adquirida (RSA) ou resistência sistêmica induzida (RSI), dependendo da rota por onde ocorre a indução (PIETERSE, 2005). A resistência de plantas a patógenos constitui uma regra dentro do complexo das interações patógeno-hospedeiro, enquanto a susceptibilidade é uma exceção (KUC, 1987). A RSA ativa mecanismos de defesa latentes da planta (SILVA; RESENDE, 2001), é inespecífica, de amplo espectro e envolve a ativação de múltiplos mecanismos (VENANCIO et al., 2000), a exemplo dos mecanismos de defesa relacionados com barreiras estruturais como a lignificação da parede celular e síntese de compostos antimicrobianos como PR-proteínas, peptídeos e fitoalexinas (OLIVEIRA; DANTAS; GURGEL, 2004). A proteção contra fitopatógenos pode ser local ou sistêmica e sua duração pode ocorrer em poucos dias, algumas semanas ou durar todo o ciclo da planta, funcionando como um mecanismo constitutivo (PASCHOLATI; LEITE, 1995).

Interações antagônicas envolvendo fungos e bactérias ocorrem devido ao parasitismo, competição, antibiose e indução de resistência (BETTIOL; GHINI; MORANDI, 2005). Vários estudos mostram a ação de elicitores bióticos e abióticos. Leveduras, bactérias e isolados não patogênicos de fungos fazem parte do primeiro grupo (BENATO, 2002). Elicitores abióticos são basicamente compostos sintéticos e naturais que modificam a interação planta-patógeno,

assemelhando-se a uma interação incompatível com os mecanismos relacionados à defesa induzida antes e após o desafio (DURRANT; DONG, 2004). Ativadores abióticos como o ácido aminobutírico (COHEN, 1996), ácido 2,6-dicloroisonicotínico (CIBA, 1995) e acibenzolar-S-metil (QUERINO et al., 2005) têm sido estudados na indução de resistência de plantas. Em cana-de-açúcar, alguns estudos na Índia obtiveram sucesso na indução de resistência à podridão vermelha, causada pelo fungo *Colletotrichum falcatum* Went, através do uso de strains de bactérias promotoras de crescimento (VISWANATHAN; SAMIYAPPAN, 2002).

Acibenzolar-S-Metil ou Bion®, éster S-metil do ácido benzo-(1,2,3)-tiadiazole-7-carbotióico (ASM), tem sido utilizado contra patógenos em diversos hospedeiros a exemplo de cacaueteiro (*Theobroma cacao* L.) (CAVALCANTI; RESENDE, 2005), cana-de-açúcar (SUNDAR et al., 2001), meloeiro (*Cucumis melo* L.) (RIZZO; FERREIRA; BRAZ, 2003), bananeira (*Musa* spp.) (QUERINO et al., 2005). Este composto é um dos mais potentes ativadores sintéticos da RSI (KESSMANN et al., 1994) e tem sido utilizado em pós-colheita de frutos, retardando o desenvolvimento de muitos fungos, inclusive do gênero *Fusarium*, prolongando o período de armazenamento dos mesmos (TERRY; JOYCE, 2000).

No Brasil, esta mesma molécula já foi registrada comercialmente como indutor de resistência, embora ainda esteja em fase de testes, apresentando resultados significativos em algumas culturas como tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) (SILVA et al. 2000), sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) (OSSWALD et al., 1998), citros (*Citrus* spp.) (PASCHOLATI, 1999) e cacaueteiro (RESENDE et al., 2000).

A eficiência de ASM foi testada com sucesso por Sundar et al. (2001) em cana-de-açúcar contra *C. falcatum*, induzindo aumento de fenóis e acúmulo de compostos antimicrobianos como PR-proteínas. Estes mesmos autores relatam que este composto é conhecido por induzir resistência em trigo (*Triticum aestivum*, L.), milho (*Zea mays* L.), fumo (*Nicotiana tabacum*

L.), *Arabidopsis* (*Arabidopsis thaliana* L. Heynh), arroz (*Oryza sativa* L.), entre outras plantas. Em cana-de-açúcar, ASM induziu resistência a populações mistas de *Meloidogyne* sp. e *P. zaeae*, variedade SP 81-3250, em casa-de-vegetação (CHAVES et al., 2004).

### 3.2. USO DE NIM COMO PRODUTO ALTERNATIVO

Plantas constituem grande repositório de substâncias bioativas, dentre as quais devem ser citadas aquelas com capacidade para causar a redução populacional de fitonematóides (COSTA; CAMPOS; OLIVEIRA, 2001). Com o crescente aumento dos problemas face à utilização de defensivos químicos, como a resistência de pragas a pesticidas e altos custos no desenvolvimento de novos produtos, o interesse no desenvolvimento de agentes biológicos ocorreu naturalmente para este fim. Vários estudos mostram que muitas espécies de plantas possuem compostos nematicidas. Esses compostos elicitam vários tipos de comportamento em fitonematóides, como repulsão ou atração às raízes das plantas hospedeiras (EGUNJOBI; AFOLAMI, 1976; AKHTAR; MAHMOOD, 1994; AKHTAR, 2000; AZIZ; AHMAD; JAVED, 1995).

O nim (*Azadirachta indica* A. Juss), árvore oriunda da Índia, é conhecido há mais de 5000 anos, sabendo-se hoje, que apresenta atividade contra 430 espécies de pragas (MARTINEZ, 2002). Esta planta pertence à família Meliaceae e produz óleo que é repelente a muitas pragas. As folhas de nim têm propriedades antivírus, antibacteriana (BAUMER, 1983), contra insetos, fungos, protozoários e fitonematóides (SAXENA, 1989; SCHUMUTTERER, 1990).

Conhecida como uma importante planta medicinal desde a época medieval, o aumento do uso do nim em recentes anos se dá como resultado do desenvolvimento de pesticidas/nematicidas mais baratos, seguros e ecologicamente viáveis (AKHTAR, 2000). Diferentes partes do nim são conhecidas por conterem mais de 40 ingredientes ativos pertencentes a grupos de diterpenóides,



triterpenoides, limonóides e flavonóides (THAKUR; SINGH; GOSWANI, 1981). Neves; Oliveira e Nogueira (2003) ressaltam que do óleo de nim foram isolados vários princípios ativos, a exemplo do nimbim (0,1%), nimbinim (0.01%) e nimbidim (1,1%). Uma substância denominada azadiractina semelhante a um esteróide, presente na composição química desta planta, foi estudada durante muitos anos, revelando-se não ser fitotóxica, praticamente atóxica ao homem e não agressora ao meio ambiente (CARVALHO; FERREIRA, 1990).

Em insetos, os mecanismos de ação desta substância se diferenciam, podendo ser observada ação repelente e antialimentar, afetando o crescimento, metamorfose, fecundidade e ciclo vital (NEVES; OLIVEIRA; NOGUEIRA, 2003). Em fitonematóides, tais mecanismos ainda não estão elucidados. No entanto, o nim vem sendo utilizado visando o controle desses parasitos em cana-de-açúcar na forma de extratos foliares e óleos aplicados na cobertura de rebolos, e de tortas, no fundo do sulco de plantio.

O índice de galhas e a população final de *M. incognita* decresceram significativamente em mudas de berinjela (*Solanum melongena* L.) que tiveram as raízes mergulhadas em suspensão de folhas de nim, contendo esporos do fungo nematófago *Paecilomyces lilacinus* Bainer, mostrando efeito aditivo (RAO; REDDY; NAGESH, 1997). Em experimento em casa-de-vegetação, visando avaliar a ação de derivados de nim sobre populações de *M. incognita* e *Pratylenchus goodeyi* Sher and Allen em bananeiras, Musabyimana e Saxena (1999) obtiveram reduções populacionais significativas.

Segundo Akhtur (1997), o nim é a mais promissora fonte biopesticida, originária de plantas; as populações de fitonematóides podem ser afetadas pelo seu uso, repelindo ou matando juvenis nas raízes dos hospedeiros. Várias investigações têm mostrado que os extratos das plantas são inibidores de eclosão de juvenis, alterando a reprodução, comportamento e desenvolvimento

de várias espécies de fitonematóides; todavia, há pouca informação sobre o modo de ação e/ou efeito na inibição da acetilcolinesterase (KORAYEM; HASARO; AMEEN, 1993).

Exsudatos de raízes de nim foram tóxicos aos ectoparasitos *Hoplolaimus* sp. Daday, *Helicotylenchus* sp. Steiner, *Rotylenchulus* sp. Filipjev e *Tylenchus* sp. Bastian e inibiram a eclosão de juvenis de *M. incognita* (SIDDIQUI; ALAM, 1989). O pobre desenvolvimento do *M. incognita* foi atribuído a baixa penetração e retardo da alimentação e/ou reprodução de juvenis de segundo estágio. Resultados semelhantes foram observados por Aziz; Ahmad e Javed (1995).

A adição do nim ao solo pode ser um efetivo meio de manejo de fitonematóides (AKHTAR, 2000). Estudos conduzidos na Índia mostram que a planta contém nutrientes como nitrogênio (5, 7-7, 1%), fósforo (1,1%) e potássio (1,5%), tendo sido relatada supressão de populações de fitonematóides associadas ao aumento de crescimento das plantas tratadas (KETKAR, 1984).

O nim pode ser utilizado em combinação com nematicidas. Bhattacharya e Goswami (1988) demonstraram que a combinação de torta de nim com nematicida foi mais efetiva na redução de populações de fitonematóides do que nos tratamentos isoladamente. Extratos de nim quando utilizados diretamente no solo foram tão efetivos quanto nematicidas, e aumentaram a produtividade da cana-de-açúcar (SALAWU, 1992). Egunjobi e Afolami (1976) demonstraram o efeito nematicida do extrato do nim em *Pratylenchus brachyurus* (Godfrey) Filipjev & Schuurmans Stekhoven no campo.

O primeiro pesticida conhecido a base de nim foi o “Bioneem”, produzido pela W. R. Grace nos EUA. Atualmente já existem outros produtos comerciais pertencentes a outras empresas: Limonol, Neemark, Neemgourd, Nimbicidim, Welligro, Agricef, Neoconeem, Nimin, Suneem, Suneem G, incorporados ao solo, tratando seedlings e sementes (AKHTAR, 2000).

### 3.3. SILÍCIO EM SISTEMA DE MANEJO INTEGRADO DE FITONEMATÓIDES

Devido ao efeito no padrão de crescimento, morfologia, anatomia e composição química da planta, os nutrientes podem aumentar ou diminuir a resistência de plantas a doenças (YAMADA, 2004). Fertilizantes como fósforo e silício, na forma de fosfitos e silicatos têm sido utilizados na agricultura, tanto por conferirem resistência contra algumas doenças, como por proporcionarem benefícios nutricionais, aumentando dessa forma a produtividade e a qualidade dos produtos agrícolas (NOJOSA, 2002). Pelos inúmeros benefícios que traz a diversas culturas, como aumento de produtividade e resistência à estresses bióticos, deficiência hídrica e doenças fúngicas, o silício tem sido objeto de estudo, cada vez mais freqüente na agricultura (RIBEIRO JÚNIOR, 2005).

Segundo elemento mais abundante na crosta terrestre, o silício é superado apenas pelo oxigênio; (POZZA; POZZA; BOTELHO, 2004). As plantas são classificadas em acumuladoras de silício, a exemplo de cana-de-açúcar, intermediárias e não acumuladoras (MIYAKE; TAKAHASHI, 1985). Apesar do silício não ser considerado elemento essencial ou funcional para o crescimento de plantas, a produtividade de muitas gramíneas como arroz, cana-de-açúcar, sorgo, milheto (*Pennisetum americanum* L.), aveia (*Avena sativa* L.), trigo, milho (*Zea mays* L.), grama bermuda [*Cynodon dactylon* L.) e kikuyu (*Pennisetum clandestinum* L.) tem sido beneficiadas com o aumento da disponibilidade deste elemento (SILVA, 1973; ELEWARD; GREEN, 1979).

A ação benéfica do silício se associa a diversos efeitos indiretos como o aumento da eficiência da capacidade fotossintética, redução da transpiração, resistência mecânica das células, resistência a insetos e doenças, redução da acumulação tóxica de manganês, ferro e alumínio e outros metais pesados, e aumento na absorção do fósforo (KORNDÖRFER; DATNOFF, 1995).

A utilização do silício no controle de doenças de plantas foi observada inicialmente na década de 40 (BELANGER; MENEZIES, 2002). Em cana-de-açúcar, Ayres (1966) relatou a redução dos sintomas de manchas foliares, como a ferrugem (*Puccinia melanocephala* H. e P. Syd.) e a mancha parda (*Cercospora longipes* Buther) pelo uso deste elemento. Raid; Anderson e Ulloa (1992) verificaram reduções significativas com diminuição de 67% na severidade da mancha ocular (*Bipolaris sacchari* (Butler) Shoemaker) com a utilização deste nutriente.

O modo de ação do Silício na resistência de doenças em plantas fundamenta-se na formação de barreira física, pelo movimento ascendente do elemento desde as raízes até as folhas, sofrendo polimerização nos espaços extracelulares das paredes das células epidérmicas das folhas e dos vasos de xilema (FAWE et al., 2001). Além disto, este elemento pode agir induzindo mecanismos de defesa da planta pela ativação da síntese de substâncias como fenóis, lignina, suberina e calose na parede celular (TERRY; JOYCE, 2004). Apesar dessas hipóteses, o modo de ação permanece em discussão entre pesquisadores da área (RIBEIRO JÚNIOR, 2005).

Chèrif et al. (1992) mostraram que a adição do silício aumentou a resistência de pepineiro (*Cucumis sativus* L.) a *Pythium ultimum* Trow devido ao acúmulo de fenóis no sistema radicular. Dutra et al. (2004), trabalhando com plântulas de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) inoculadas com *M. incognita*, observaram que o número de galhas, massas de ovos e ovos por sistema radicular foi reduzido significativamente pela adição de silicato de cálcio no substrato.

Em cana, o aparecimento de ferrugem pode estar relacionado com a deficiência desse elemento e de acordo com Fox e Silva (1978), a aplicação de silicato (6 t/ha) é suficiente para ocasionar o desaparecimento dos sintomas. Solos carentes em silício favoreceram a rápida disseminação do mosaico (SCMV) da cana-de-açúcar (BAIR, 1966), mas é na produção de colmos que a doença se manifesta com mais intensidade (KIDDER; GASEHO, 1977).

### 3.4. FERTILIZANTES ORGANOMINERAIS EM SISTEMA DE MANEJO INTEGRADO DE FITONEMATÓIDES

Fertilizantes organominerais, comparados aos fertilizantes minerais, apresentam custo relativamente inferior, porém, seu potencial químico reativo é menor, mas sua solubilização é gradativa no decorrer do período de desenvolvimento da cultura, quando a eficiência agrônômica pode se tornar maior (KIEHL, 1985). Além disso, Kiehl (1999) observa que estas substâncias podem ser empregadas de uma só vez no solo, pois seus nutrientes estão sob a forma orgânica e mineral. Por exemplo, o nitrogênio mineral é prontamente assimilado pelas raízes, enquanto o nitrogênio orgânico, do adubo orgânico, será absorvido pela planta quando o nitrogênio mineral já foi absorvido ou lavado pela água da chuva, ou irrigação, que atravessa o perfil do solo.

Segundo Kiehl (1985), o fertilizante organomineral é produzido industrialmente, partindo-se de uma ou mais matérias-primas orgânicas, à qual se juntam corretivos, macronutrientes primários e secundários, além de micronutrientes, segundo as fórmulas de cada fabricante. Fosfitos, quando presentes nestas formulações, são compostos que possuem atividade antimicrobiana conhecida (COHEN; COFFEY, 1986), ativando mecanismos de defesa da planta (JACKSON, 2000). Moreira (1999) salienta que o uso dos fosfitos tem despertado interesse em pesquisas, como uma alternativa aos fungicidas.

Fosfito de potássio tem sido testado em várias culturas na Austrália, apresentando alta eficiência no controle de míldios e de diversas doenças causadas por *Phytophthora* spp. (WICKS et al., 1990), sarna (*Venturia inaequalis* (Cooke) Winter) e oídio [*Podosphaera leucotrica* (Ell. & Ev.) Salmon] da macieira (*Malus domestica* Borkh) (GEELEN, 1999), *Phytophthora cinnamomi* Ronds (Zentmyer e Ohr, 1978) em ecossistemas naturais (HARDY; BARRET; SHEARER, 2001).

Brandão (2006) cita eficiência comprovada na ação dos fosfitos no controle de várias doenças fúngicas, como a podridão da raiz (*Phytophthora cinnamomi* Ronds) em abacateiro (*Persea americana* MILL), podridão da raiz (*Phytophthora parasitica* Dastur) em abacaxizeiro (*Ananas comosus* L. MERR); requeima (*Phoma costarricensis* Echandi) da batata (*Solanum tuberosum* L.), seca dos ponteiros [*Phytophthora citrophthora* (Smith and Smith)] Leonian e *Phytophthora nicotianae* Breda de Hann) em cafeeiro (*Coffea arabica* L.), gomose e estiolamento (*P. citrophthora*) em frutos cítricos, míldio [*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary] em hortaliças, seca (*Phytophthora capsici* Leonian) do pimentão (*Capsicum annuum* L.); míldio (*Peronospora sparsa* Berkeley) em roseiras e podridão do painel (*Phytophthora palmivora* Butler) em seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.).

Atualmente os fosfitos são utilizados em diversos países, dentre os quais o Brasil, em inúmeras culturas, agindo de forma preventiva e curativa, sendo compatíveis com a maioria dos defensivos agrícolas (BRANDÃO, 2006).

Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi avaliar a eficiência de novas técnicas de manejo de fitofitonenatóides, como o uso da resistência induzida por elicitores abióticos, nim, silício e fertilizantes organominerais, isoladamente ou integrados a outras técnicas comumente utilizadas na cultura da cana-de-açúcar no nordeste brasileiro.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILLERA, M. M.; VIEIRA, M. A. S.; MASUDA, Y. Aplicação de resíduos orgânicos para aumento da produtividade da cana-de-açúcar em solos infestados por nematóides. *Nematologia Brasileira*, Piracicaba, v.12, p. 3-4, 1988.

ALBUQUERQUE, P. H. S.; PEDROSA, E. M. R. ; MOURA, R. M. Relação nematóide-hospedeiro em solo infestado por *Meloidogyne* spp. e tratado com torta de filtro e vinhaça. *Nematologia Brasileira*, Brasília, v. 26, n. 1, p. 27-34, 2002.

AKHTAR, M. Nematicidal potential of the neem tree *Azadirachta indica*. *Integrateal pest management reviews*. Kluwer Academic Publishers. Netherlands, v. 5, p. 57-66, 2000.

AKHTAR, M.; MAHMOOD, I. Prophylactic and therapeutic use of oilcakes and leaves of neem and castor extracts for the control of root-knot nematode on chilli. *Nematologia Mediterranea*, Bari, v. 22, p. 127-129, 1994.

AKHTUR, M. Current options in integrated management of plant parasitic nematodes. *Integrated Pest Management Reviews*. Netherlands, v. 2, n. 4, p. 187-197, 1997.

ANDRADE, J. C. (Ed.) Esboços históricos de antigas variedades de cana-de-açúcar. 1 ed. Maceió: Indústria Gráfica Alagoana Ltda, 1985. 285 p.

AYRES, A. R. Calcium silicate slag as growth stimulant for sugarcane on low-silicon soils. *Soil Science*, Philadelphia, v. 101, n.3, p.216-227, 1966.

AZIZ, I.; AHMAD, K.; JAVED, N. Effect of insecticides and plant leaf extracts on root dip treatment on *Meloidogyne javanica* infecting eggplant (*Solanum melongena*). *Journal of Phytopathology*, Berlim, n. 7, p. 68-70, 1995.

BAIR, R.A. Leaf silicon in sugarcane, field corn and St. Augustine grass grown on some Florida soils. *Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings*, Florida, v. 26, p. 63-70, 1966.

BARNES, A.C. The sugar cane. 1 ed. New York: The New York Interscience Publishers INC., 1964. 456 p.

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

BAUMER, M. Notes on trees and shrubs in arid and semi-arid regions. 1 ed. Rome: FAO, 1983. 280 p.

BÉLANGER, R. R.; MENEZIES, J. G. How does silicon protect plants against disease? Dogma versus new hypothesis. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 42., 2002, Uberlândia. Anais... Piracicaba: Associação Brasileira de Horticultura, 2002. CD-ROM 1.



BENATO, E. A. A indução de resistência no controle de doenças pós-colheita: frutas e hortaliças.

In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA EM PLANTAS A

FITOPATÓGENOS, 1., 2002, São Pedro, Palestras... São Pedro: ESALQ-USP, 2002. p. 29-31.

BETTIOL, W. (Ed.) Controle biológico de doenças de plantas. Jaguariúna:Embrapa – CNPDA, 1991. 388p.

BETTIOL, W.; GHINI, R.; MORANDI, M. A. B. Alguns métodos alternativos para o controle de doenças de plantas disponíveis no Brasil. In: VENEZON, M.; PAULA JÚNIOR, T. J. de;

PALLINI, A. (Eds.) Controle Alternativo de Pragas e Doenças.1 ed. Viçosa: EPAMIG/CTZM, 2005. p. 163-183.

BHATTACHARYA, D.; GOSWANI, B. K. Effects of oil-cake used alone and in combination with aldicarb on *Meloidogyne incognita* infecting tomato. Nematologia Mediterranea, n.16, p. 139-142, 1988.

BRANDÃO, R. P. Fosfito estimula a autodefesa de plantas contra doenças fúngicas. São Joaquim da Barra: Grupo Bio Soja, 2006. 16 p. (Informativo Bio Soja).

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

CADET, P. Incidence des nêmatodes sur les reponsses de canne à sucre au Burkina Faso et en Côte d'Ivoire. Revue de Nématologie, Bondy, v. 8, n. 2, p. 277-284, 1985.

CARVALHO, S.M.; FERREIRA, D.T. Santa Bárbara contra vaquinha. *Ciência Hoje, São Paulo*, v. 11, p.65-67, 1990.

CAVALCANTI, L. S.; RESENDE, M. L. V. Efeito da época de aplicação e dosagem do acibenzolar- S-metil na indução de resistência à murcha-de-Verticillium em cacauero. *Fitopatologia Brasileira, Brasília*, v.30, n.1, p.67-71, 2005.

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

CHAVES, A.; PEDROSA, E. M. R.; MOURA, R. M. Efeito de terbufos em soqueira sobre fitonematóides ectoparasitos de cana-de-açúcar. *Fitopatologia Brasileira, Brasília*, v. 28, n.2, p 195 – 198, 2003.

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

CHAVES, A.; PEDROSA, E. M. R.; GUIMARÃES, L. M. P.; MARANHÃO, S. R. V.; SILVA, I. L. S. S.; MOURA, R. M. Indução de resistência a nematóides em cana-de-açúcar cultivada em solo de áreas que apresentam declínio de desenvolvimento em tabuleiros nordestinos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 37: 2004, Gramado. Resumos... Brasília: Sociedade Brasileira de Fitopatologia, 2004, p. 142.

CHÉRIF, M., BENHAMOU, N., MENZIES, J. G.; BÉLANGER, R.R. Silicon induced resistance in cucumber plants against *Pythium ultimum*. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, Londres, v. 41, p. 411-425. 1992.

CHESTER, K. S. The problem of acquired physiological immunity plants. *Quarterly Review of Biology*, Chicago, v. 8, p. 275-324, 1933.

CIBA,CGA 245704. A plant activator for disease protection. Basel: CIBA Technical Data Sheet, 1995. 9 p.

COHEN, Y. Induced resistance against fungal diseases by aminobutyric acids. In: LYR, H.; RUSSEL, P. E.; SISLER, H. D. (Eds.) *Modern fungicides and antifungal compounds*. Andover: Intercept, 1996. p. 461-466.

COHEN, M. D.; COFFEY, M. D. Systemic fungicides and the control of Oomycetes. *Annual Review of Phytopathology*, Palo Alto, v. 24, p. 311-338, 1986.

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

COSTA, M. J. N.; CAMPOS, V. P; OLIVEIRA, D. F. Toxidade de extratos vegetais e de esterco a *Meloidogyne incognita*. *Summa Phytopatologica*, São Paulo, v. 27, n. 2, p. 22-23, 2001.

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

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

DINARDO-MIRANDA, L. L. Manejo de fitonematóides em cana-de-açúcar. *Jornal Cana*. Ribeirão Preto, v.5, p. 64-67, 2005.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; GIL, A. M.; 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.

DURRANT, W. E.; DONG, X. Systemic acquired resistance. *Annual Review of Phytopathology North Carolina*, v. 42, p.185-209, 2004.

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

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

DUTRA, M. R.; BOTELHO, D. M. S.; PAIVA, B. R. T. L.; CAMPOS, V. P. Silício no controle de *Meloidogyne incognita* e no desenvolvimento do feijoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 37., 2004, Gramado. Resumos... Brasília: Sociedade Brasileira de Fitopatologia, 2004. p. 210.

EGUNJOBI, O. A.; AFOLAMI, S. O. Effects of neem (*Azadirachta indica*) leaf extracts on population of *Pratylenchus brachyurus* and on the growth and yield of mayze. Nematologica, Leiden, v. 22, p. 125-32, 1976.

ELEWARD, S. H.; GREEN JR, V. E. Silicon and rice plant environment a review of recent research. Revista Il Piso, Riso, v. 28, p. 235-253, 1979.

FAWE, A., MENEZIES, J. G.; CHERIF, M.; BELANGER, R. R. Silicon and disease resistance in dicotyledons. In: DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H.; KNORDOFER, G. H. (Eds.) Silicon in Agriculture. Amsterdam: Elsevier Science, 2001. p. 159-169.

FERNANDES, A. J. Manual da cana-de-açúcar. 2 ed. São Paulo: Livro Ceres, 1990. 196 p.

FERREIRA LIMA, R. Influência dos nematicidas carbofuran e terbufós na flutuação populacional de fitonematóides e parâmetros produtivos de duas variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.). 1997, 82 f. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 1997.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. FAOASTAT – Agricultural statistics database. Rome: World Agricultural Information Centre, 2004. Disponível em: <<http://apps.fao.org>>. Acesso em: 24 abr. 2006.

FOX, R. L.; SILVA, J. A. Symptoms of plant malnutrition: silicon and agronomically, essential nutrient for sugarcane. In: Illustrated concepts in tropical agriculture. Hawaii: College of Tropical Agriculture and Human Resources, 1978. 85 p.

FREIRE, W. J.; CORTEZ, L. A. B. Vinhaça de cana-de-açúcar. Guíba: Agropecuária, 2000. 203 p.

GEELLEN, J. A. An evaluation of Agrio-Fos Supra 400 for the control of black spot and powdery mildew of apple in Hawke's Bay. Havelock North: Geelen Research. 1999. 15 p.

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

HARDY, G. E. St. J.; BARRET, S.; SHEARER, B. L. The future of phosphate as a fungicide to control the soilborne plant pathogen *Phytophthora cinnamomi* in natural ecosystems.

Australasian Plant Pathology, Orange, v. 30, p. 133-139. 2001.

IBGE-INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. SIDRA 01: sistema IBGE de recuperação automática. Banco de dados agregados. Brasília: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2006. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 27 jul. 2006.

JACKSON, T. J. Action of the fungicide phosphite on *Eucalyptus marginata* inoculated with *Phytophthora cinnamomi*. Plant Pathology, v. 49, p. 147-154, 2000.

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

KESMANN, H.; STAUB, T.; HOLFMANN, C.; MAETZKE, T.; HERZOG, J.; WARD, E.; UKNES, S.; RYALS, J. Induction of systemic acquired disease resistance in plants by chemicals. Annual Review Phytopathology, Palo Alto, v. 32, p. 439-459, 1994.

KETKAR, C. M. Crop experiments to increase the efficiency of urea fertilizer nitrogen by the use of neem by-products under indian soil conditions. In: INTERNATIONAL NEEM CONFERENCE, 2, 1984, Rauschholzhausen. Proceedings... Eschborn:1984. p.507-518.

KIDDER, G.: GASEHO, G. J. Silicate slag recommended for specified conditions in Florida. Gainesville: University of Florida, 1977. 2 p. (Agronomy Factors, 65).

KIEHL, E. J. Fertilizantes orgânicos. Piracicaba. Agronômica Ceres, 1985. 492 p.

KIEHL, E. J. Fertilizantes organominerais. Piracicaba. Agronômica Ceres, 1999. 146 p.

KORAYEM, A. M.; HASARO, S. A.; AMEEN, H. H. Effects and mode of action of some plant extracts on certain plant parasitic nematodes. Anzeiger für Schadlingskunde, Berlim, v. 66, p. 32-36, 1993.

KORNDÖRFER, G. H.; DATNOFF, L. E. Adubação com silício: uma alternativa no controle de doenças da cana de açúcar e do arroz. Informações Agronômicas, Piracicaba, n. 70, p. 1-3, 1995.

KUC, J. Plant immunization and its applicability for disease control. In: CHET, I. (Ed.) Innovative approaches to plant disease control. New York: John Wiley & Sons, 1987. p. 255-274.

MARTINEZ, S. S. O Nim *Azadirachta indica*: natureza, usos múltiplos, produção. Londrina: Instituto Agronômico do Paraná, 2002.142 p.



MATSUOKA, S.; CALHEIROS, G. G.; GARCIA, A. A. F. Hibridação em cana-de-açúcar. In: Borém, A.(Ed.). Hibridação Artificial de Plantas. 1 ed. Viçosa: Editora da UFV, 1999, v. 1. p. 221-254.

MIYAKE, Y.; TAKAHASHI, E. Effect of silicon on the growth of soybean plants in a solution culture. Soil Science and Plant Nutrition, Tokio, v. 31, p. 625-636, 1985.

MOREIRA, L. M. Controle químico e biológico de *Monilinia fructicola* (Wint) Honey e monitoramento de infecções latentes em frutos. 1999, 89 f. Tese (Mestrado em Fitopatologia)- Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1999.

MOURA, R. M. Controle integrado dos fitonematóides da cana-de-açúcar no nordeste do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 22., 2000, Uberlândia. Anais... Brasília: Sociedade Brasileira de Nematologia, 2000. p. 88-94.

MOURA, R. M. Fitonematóides de interesse agrícola assinalados pela UFRPE no Nordeste do Brasil (1965-2005). Nematologia Brasileira, Brasília, v. 29, n.2, p. 289-291, 2005.

MOURA, R. M.; ALMEIDA, A. V. Estudos preliminares sobre a ocorrência de fitofitonematóides 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 Fitopatologia, 1981. p. 213-220.

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

MOURA, R. M.; MACEDO, M. E. A. Efeito da aplicação de Carbofuran em populações de fitonematóides ecto e endoparasitas da cana-de-açúcar e no desenvolvimento de cana-planta. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 20., 1997, Gramado. Resumos... Piracicaba: Sociedade Brasileira de Nematologia, 1997. p.73.

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

MUSABYIMANA, T.; SAXENA, R. C. Efficacy of neem seed derivatives against nematodes affecting banana. Phytoparasitica, Rehovot, v. 27, n. 1, p. 43-49, 1999.

NEVES, B. P.; OLIVEIRA, I. P.; NOGUEIRA, J. C. M. Cultivo e utilização do nim indiano. Goiânia : EMBRAPA, 2003. 32 p. (Circular Técnica, 62).

NOJOSA, G. B. A. Uso de silicatos e fosfitos na indução de resistência. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA EM PLANTAS CONTRA FITOPATÓGENOS / PERSPECTIVAS PARA O SÉCULO XXI., 2002, São Pedro. Anais... Botucatu: Grupo Paulista de Fitopatologia, 2002. p. 24-26.

NOVARETTI, W.R.T.; NELLI, E. J. Flutuação populacional de fitonematóides na cultura da cana-de-açúcar- cana de ano e meio. Brasil Açucareiro, Rio de Janeiro, v. 96, p. 30-36, 1980.

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

NOVARETTI, W. R. T.; LORDELLO, L. G. E.; NELLI, E. J.; CARDERAN, J. O. Viabilidade econômica do nematicida “carbofurano” na cultura da cana-de-açúcar de segundo corte. Sociedade Brasileira de Nematologia, Mossoró, v. 4, p.179-196, 1980.

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

OLIVEIRA, S. M. A.; DANTAS, S.A.F.D.; GURGEL, L.M.S. Indução de resistência em doenças pós-colheita em frutas e hortaliças. Revisão Anual de Patologia de Plantas, Passo Fundo, v.12, p. 343-372, 2004.

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

OSSWALD, W. ; PASCHOLATI, S. F. ; STANGARLIN, J. R. ; LEME, L. C. T. ; WULFF, N. A. Acúmulo de fitoalexinas em mesocótilos de sorgo em resposta ao tratamento com o ativador de defesa vegetal "Bion". In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 31.,1998, Fortaleza. Resumos... Brasília : Sociedade Brasileira de Fitopatologia, 1998. p. 266.

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

PASCHOLATI, S. F. Conclusões do grupo de discussão bioquímica fitopatológica e indução de resistência. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 32., 1999, Curitiba. Resumos... Brasília : Sociedade Brasileira de Fitopatologia, 1999. p. 241.

PASCHOLATI, S. F.; LEITE, B. Hospedeiro: mecanismos de resistência. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Eds.) Manual de fitopatologia: princípios e conceitos. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. v.1, cap. 22, p. 417- 453.

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

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

PIETERSE, C. M. J.; VAN PELT, J. A.; VAN WESS, S. C. M.; TOM, J.; VERBRAGEN, B. W. M.; LÉON-KLOOSTERZIEL, K.; HORE, R.; DE VOS, V.; POZO, M.; SPOEL, S.; VAN DER ENT, S.; KOORNNEEF, A.; CHALFUN-JÚNIOR, A.; RESENDE, M. L. V.; VAN LOON, L.C. Indução de resistência sistêmica por rizobactérias e comunicação na rota de sinalização para uma defesa refinada. In: LUZ, WILLIAM CORIO; FERNANDES, J.M.C.; PRESTES, A.M.; PICCININI, E.C. (Eds.) Revisão Anual de Patologia de Plantas. Passo Fundo: Gráfica e Editora Padre Berthier dos Missionários da Sagrada Família, 2005. v. 13, p. 277-295.

PIN, L.H. Efeito do Furadan 5G FMC no plantio em relação a produção da cana planta, soca e ressoca. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE NEMATOLOGIA, 10., 1986, Mossoró. Resumos... Piracicaba: Sociedade Brasileira de Fitopatologia, 1986. p. 110-111.

POZZA, A. A. A.; POZZA, E. A.; BOTELHO, D. M. S. O silício no controle de doenças de plantas. Revisão Anual de Patologia de Plantas, Passo Fundo, v. 12, p. 373-403, 2004.

PRASAD, M. Response of sugarcane to filter press mud and N, P and K fertilizers. II. Effects of plant composition and soil chemical properties. Agronomy Journal, Madison, v. 68, p. 543-547, 1976.

QUERINO, C. M. B., LARANJEIRA, D., COELHO, R. S. B., MATOS, A. P. Efeito de dois indutores de resistência sobre a severidade do mal-do-Panamá. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v. 30, n. 3, p. 239-243. 2005.

RAID, R. N.; ANDERSON, D. L.; ULLOA, M. F. Influence of cultivar and amendment of soil with calcium silicate slag on foliar disease development and yield of sugar cane. *Crop Protection*, Oxford, v. 11, p. 84-88, 1992.

RAO, M. S.; REDDY, P. P.; NAGESH, M. Integration of *Paecilomyces lilacinus* with neem leaf suspension for the management of root-knot nematodes on egg plant. *Nematologia Mediterrânea*, Bari, v. 25, n. 2, p. 249-252. 1997.

REGIS, E. M. O.; MOURA, R. M. Efeito conjunto da meloidoginose e do raquitismo da soqueira em cana-de-açúcar. *Nematologia Brasileira*, Piracicaba, v. 13, p. 119-128, 1989.

RESENDE, M. L. V., NOJOSA, G. B. A., AGUILAR, M. A.G., SILVA, L. H. C. P., NIELLA, G. R., CARVALHO, G. A., GIOVANINI, G. R.; CASTRO, R. M. Perspectivas da indução de resistência em cacaueteiro contra *Crinipellis pernicioso*, através do benzotiadiazole (BTH). *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v. 25, p.153-162, 2000.

RIBEIRO JÚNIOR, P. M. Efeito do silicato e fosfito de potássio na indução de resistência em mudas de cacaueteiro a *Verticillium dahliae* KLEB. 2005, 75 f.. *Dissertação (Mestrado em Fitopatologia)* - Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2005.

RIZZO, A. A. N., FERREIRA, M. R., BRAZ, L. T. Ação de acybenzolar-S-methyl (BTH) isolado e em combinação com fungicidas no controle do cancro da haste em melão rendilhado. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 21, n. 2, p. 238-240, 2003.

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

ROMÁN, J. Nematode problems of sugarcane in Puerto Rico. In: SMART JR., G. C.; PERRY, V. G. (Eds.) Tropical Nematology. Gainesville: Published Center for Tropical Agriculture, University of Florida Press, 1968. p. 61-67.

SALAWU, E. O. Effect of neem leaf extract and ethoprop singly and in combination on *Meloidogyne incognita* anal growth of sugarcane. Pakistan Journal of Nematology, Bangladesh, v. 10, p.51-56. 1992.

SAXENA, R. C. Inseticides from neem. In: I. T. ARNASON; B. J. R., PHILOGENE P. MORAND (Ed.). Inseticides of plant origin. Washington: Americam Chemical Society, 1989. p. 110-35.

SCHUMUTTERER, H. Properties and potential of natural pesticides from the neem tree, *Azadirachta indica*. Annual Review Entomology, Palo Alto, v. 35, p. 271-298, 1990.

SIDDIQUI, M.A.; ALAM, M.M. Effect of root-exudates of neem and Persian lilac on plant parasitic nematodes. *Anzeiger Schaedlingskd. Pflanzenschutz Umweltschutz, Berlin*, v. 62, p. 33–35, 1989.

SILVA, J. A. Plant, mineral nutrition. In: *Yearbook of science and technology*. New York: McGraw-Hill Book Company, Inc., 1973.

SILVA, L. H. C. P. ; RESENDE, M. L. V. . Resistência induzida em plantas contra patógenos. In: SILVA, L.H.C.P.,CAMPOS, J.R.; NOJOSA, G.B.A. (Ed.). *Manejo integrado doenças e pragas em hortaliças*. 1 ed. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2001. v. 1, p. 221-239.

SILVA, L. H. C. P.; RESENDE, M. L. V.; MARTINS JÚNIOR, H.; CAMPOS, J. R.; SOUZA, R. M.; CASTRO, R. M. Épocas e modo de aplicação do ativador de plantas benzothiadiazole (BTH) na proteção contra a mancha-bacteriana do tomateiro. *Horticultura Brasileira, Brasília*, v. 18, p. 375-376, 2000. Resumo.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DO AÇÚCAR E DO ÁLCOOL NO ESTADO DE PERNAMBUCO. SINDAÇÚCAR: sistema de recuperação automática. Pernambuco: Sindicato da Indústria do Açúcar e do Alcool no Estado de Pernambuco 2003. Disponível em: <[http: \\ www.sindicucar.com.br](http://www.sindicucar.com.br)>. Acesso em: 04 jan. 2005.

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



SUNDAR, A. R.;VELAZHAHAN, R.; VISWANATHAN, R.; PADMANABAN, P.; VIDHYASEKARAN, P. Induction of systemic resistance to *Colletotrichum falcatum* in sugarcane by a synthetic signal molecule, Acibenzolar-S-Metil (CGA-245704). *Phytoparasitica*, Rehovot, v. 29, n. 3, p. 231-242, 2001.

TERRY, L. A.; JOYCE, D. C. Suppression of grey mould on strawberry fruit with the chemical plant activator acibenzolar. *Pest Management Science*, Hoboken, v. 56, p. 989-992, 2000.

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

THAKUR R. S.;SINGH, S. B.; GOSWAMI, A. *Azadirachta indica* A. Juss - a review. *Cromap*, Haworth, v. 3, p. 135-40, 1981.

VENÂNCIO, W. S.; ZAGONEL,J.; FURTADO, E. D; .SOUZA, N.L.; PERES, N. A.A.R. Novos fungicidas II – Famoxadone e indutores de resistência. In: LUIZ, W.C.; FERNANDES, J. M.; PRESTES, A. M.; PICININI, E. C. (Eds.) *Revisão Anual de Patologia de Plantas*, Passo Fundo, v. 8, p. 59-92, 2000.

VISWANATHAN, R.; SAMIYAPPAN, R. Induced systemic resistance by pseudomonads against red rot disease of sugarcane caused by *Colletotrichum falcatum*. *Crop Protection*, Oxford, v. 21, p. 1-10, 2002.

WICKS, T. J.; MARGAREY, P. A.; DE BOER, R. F.; PEGG, K. G. Evaluacion del fosfitopotasico como fungicida en Australia . In: CONFERENCIA DE BRIGHTON PARA LA PROTECCION DE LAS COSECHAS PESTES Y ENFERMEDADES, 1., 1990, São Paulo. Anais... São Paulo: Fosfitos Pesquisas, 1990. p. 19-25.

YAMADA, T. Resistência de plantas às pragas e doenças: pode ser afetada pelo manejo da cultura? Piracicaba: Potafós, 2004. 24 p. (Boletim Técnico, 108).

A close-up photograph of several sugarcane stalks. The stalks are yellowish-green and have small water droplets on their surface. The image is split horizontally by a black line.

## CAPÍTULO I I

Efeito de Óleo de Nim e Torta de Filtro sobre Nematóides  
Endoparasitos da cana-de-açúcar em Tabuleiro Costeiro de  
Pernambuco

Efeito de Óleo de Nim e Torta de Filtro sobre Nematóides  
Endoparasitos da Cana-de-açúcar em Tabuleiro Costeiro de  
Pernambuco\*

ANDRÉA CHAVES<sup>1</sup>; ELVIRA MARIA RÉGIS PEDROSA<sup>2</sup>; LÍLIAN MARGARETE PAES  
GUIMARÃES<sup>2</sup> & SANDRA ROBERTA VAZ LIRA MARANHÃO<sup>2</sup>

\*Parte da tese do primeiro autor, de Doutorado em Fitopatologia, apresentada à UFRPE Recife,  
PE.

<sup>1</sup>Estação Experimental de Cana-de-açúcar do Carpina/Universidade Federal Rural de  
Pernambuco, Rua Ângela Cristina C. P. de Luna, S/N, Bairro Novo, Carpina, PE - CEP 55.810-  
000; <sup>2</sup>Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Agronomia, Rua Dom  
Manoel de Medeiros S/N, Dois Irmãos, Recife, PE, CEP: 52.171-900.

E-mail:[achavesfiuza@yahoo.com.br](mailto:achavesfiuza@yahoo.com.br).

Enviado para publicação em 00/00/0000. Aceito em 00/00/0000

Resumo - Chaves, A.; Pedrosa, E.M.R.; Guimarães, L. M. P. & Maranhão, S.R.V.L. Efeito de  
óleo de nim e torta de filtro sobre nematóides endoparasitos da cana-de-açúcar em tabuleiro  
costeiro de Pernambuco

O nim (*Azadirachta indica*) tem sido utilizado como produto alternativo para manejo de pragas,  
devido à produção de substâncias não tóxicas às plantas, ao homem e ao meio ambiente. Por estes

benefícios e com o objetivo de avaliar o efeito do óleo de nim isoladamente ou associado à adição de torta de filtro sobre a densidade populacional de nematóides endoparasitos e as variáveis produtivas e fenológicas da cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.) foi conduzido um experimento em campo naturalmente infestado com *Meloidogyne* spp. e *Pratylenchus zaeae*. O delineamento experimental foi blocos ao acaso, com parcelas de cinco linhas de 10 m, espaçamento entre plantas de 1,4 m, e cinco repetições. A variedade usada foi a RB 813804, com os seguintes tratamentos: 1. Óleo de nim (1%); 2. Óleo de nim (2%); 3. Torta de filtro (60 t/ha); 4. Torta de filtro (60 t/ha) + óleo de nim (1%); 5. Aldicarb (20 kg p.c./ha); 6. Testemunha. Os tratamentos não afetaram as variáveis tecnológicas (brix, pol pureza, PCC umidade, fibra, TPH e ATR) do caldo da cana. O diâmetro dos colmos e a produtividade foram menores nas testemunhas e nas parcelas com nematicida. As maiores ( $P=0,05$ ) produtividades ocorreram nas plantas com torta de filtro isoladamente ou associada ao óleo de nim, com incrementos de 21,4 e 23,4 t/ha, respectivamente, não havendo diferença na altura e número de colmos. A densidade populacional de *Meloidogyne* spp. no solo e na raiz não sofreu efeito dos tratamentos, diferentemente de *P. zaeae* que apresentou as maiores densidades populacionais nas testemunhas e parcelas com torta de filtro. Os menores níveis de *P. zaeae* ocorreram nas parcelas com nematicida ou com o óleo de nim a 2%, mostrando eficiência no controle desse nematóide em condições de campo.

Palavras chave: *Meloidogyne* sp., *Pratylenchus zaeae*, manejo integrado, *Saccharum* sp.

Summary: Effect of neem oil and filter press mug on endoparasitic nematodes of sugarcane in Pernambuco coastal table. Chaves, A.; Pedrosa, E.M.R.; Guimarães, L. M. P. & Maranhão, S.R.V.L.

The neen (*Azadirachta indica*) has been used as an alternative product in pest management due to production of non-toxic compounds to the plants, man, and environment. Therefore this study was undertaken to evaluate the effect of neen oil on endoparasitic nematodes density and on phenologic and productive variables of sugarcane (*Saccharum* sp.) variety RB 813804 in a *Meloidogyne* spp. and *Pratylenchus zae* naturally infested field. The experiment was conducted in a completely randomized block design, with five 10-m lines as experimental units, 1.4 m between plants, and five replicates. Treatments consisted in: 1. Neen oil (1%); 2. Neen oil (2%); 3. Filter press mud (60 t/ha); 4. Filter press mud (60 t/ha) + Neen oil (1%); 5. Aldicarb (Temik 150G, 20 kg/ha); 6. Control. The results pointed out no significant difference among treatments within technological variables. Stalk diameter and crop productivity were significantly lower in the control and nematicide plots. Plants with filter press mud individually or along with neen oil presented the highest ( $P=0.05$ ) productive means, showing increasing of 21.4 and 23.4 t/ha, respectively, with no significant difference in height and stalk number. *Meloidogyne* spp. densities in soil and roots were not affected by treatments, in contrast to *P. zae*, which presented the highest densities in roots with filter press mud and in the control. The lower ( $P=0.05$ ) *P. zae* density occurred in plants with aldicarb or neen oil (2%) indicating efficiency these products under field conditions.

Key Words: *Meloidogyne* sp., *Pratylenchus zae*, integrated management, *Saccharum* sp.

## Introdução

A resistência de pragas a agrotóxicos e os elevados custos dos produtos químicos têm estimulado a busca por agentes biológicos menos agressivos ao meio ambiente, e de menor impacto financeiro à agricultura (Costa *et al.*, 2001).

Pertencente à família Meliaceae, o nim (*Azadirachta indica* A. Juss), árvore indiana, é conhecido há mais de 5000 anos. Esta planta apresenta atividade contra mais de 400 espécies de pragas (Martinez, 2002), constituindo grande repositório de substâncias bioativas (Costa et. al., 2001). O primeiro pesticida conhecido à base de nim foi o “Bioneem”, produzido pela W. R. Grace nos EUA. Atualmente já existem outros produtos comerciais de outras empresas como Limonol, Neemark, Neemgourd, Nimbidim, Welligro, Agricef, Neoconeem, Nimin, Suneem, Suneem G, os quais podem ser incorporados ao solo, ou utilizados no tratamento de seedlings e sementes (Akhtar, 2000).

Extratos de nim têm sido utilizados em cultivos orgânicos nos EUA, Austrália e em países da África e da América Central (Singh & Saxena, 1999; Akhtar, 2000; Mojumder & Mishra, 2000). O óleo de nim apresenta efeito repelente a muitos organismos e as folhas possuem propriedades antivírus e antibacterianas (Baumer, 1983), bem como contra insetos, fungos, protozoários e fitonematóides (Saxena, 1989; Schumutterer, 1990).

Diferentes partes do nim foram estudadas e apresentam mais de 40 ingredientes ativos pertencentes a grupos de diterpenóides, triterpenoides, limonóides e flavonóides (Thakur *et al.*, 1981). Nimbim (0,1%), nimbinim (0.01%) e nimbidim (1,1%) são exemplos dos muitos princípios ativos presentes nos extratos desta planta. A azadiractina, substância semelhante a um esteróide, tem sido estudada mais intensamente (Neves *et al.*, 2003), sendo demonstrado que não é fitotóxica, praticamente atóxica ao homem e não agride o meio ambiente (Carvalho & Ferreira, 1990).

Em insetos, os mecanismos de ação desta substância se diferenciam, podendo ser observada ação repelente e antialimentar, sobre crescimento, metamorfose e fecundidade e ação sobre o ciclo vital de insetos (Neves *et al.*, 2003). Em fitonematóides, no entanto, tais mecanismos ainda não estão elucidados.

No controle de nematóides em cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.), o nim vem sendo usado através de extratos foliares e óleos aplicados na cobertura de rebolos e aplicação de tortas no fundo do sulco de plantio. Os extratos, óleos e tortas podem ser aplicados em combinação com outros produtos, num manejo integrado. Bhattacharya & Goswani (1988) demonstraram que a combinação de torta de nim com nematicida foi mais efetiva na redução de populações de fitonematóides que os tratamentos isoladamente. Extratos quando utilizados no tratamento do solo foram tão efetivos quanto nematicidas aumentando a produtividade da cana-de-açúcar (Salawu, 1992).

O índice de galhas e a população final de *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood decresceram significativamente em mudas de berinjela (*Solanum melongena* L.) que tiveram as raízes mergulhadas em suspensão de folhas de nim, contendo esporos do fungo nematófago *Paecilomyces lilacinus* Bainer (Rao *et al.*, 1997), mostrando efeito aditivo. Exsudatos de raízes do nim ocasionaram toxidez em fitonematoides ectoparasitos (*Hoplolaimus* sp., *Helicotylenchus* sp., *Rotylenchulus* sp. e *Tylenchus* sp.) e inibiram a eclosão de juvenis de *M. incognita* (Siddiqui & Alam, 1989).

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do óleo de nim, isoladamente ou em conjunto com torta de filtro sobre a densidade populacional de nematóides endoparasitos da cana-de-açúcar em tabuleiros costeiros nordestinos, e efeitos em variáveis produtivas e tecnológicas da cultura.



## Material e Métodos

O experimento foi conduzido em área de solo arenoso, com alta infestação de *Pratylenchus zae* Graham (1.568 / 20 g de raiz) e baixa infestação por *Meloidogyne* spp. (162 / 20 g de raiz) em cultivos anteriores, na Usina Santa Tereza – PE. O desenho experimental utilizado, blocos ao acaso, com parcelas de cinco linhas de 10 m, com 1,4 m de espaçamento entre plantas e cinco repetições, 16 gemas por metro linear da variedade RB 813804. Os tratamentos utilizados foram: 1. Óleo de nim (1%); 2. Óleo de nim (2%); 3. Torta de filtro (60 t/ha); 4. Torta de filtro (60 t/ha) + óleo de nim (1%); 5. Aldicarb (20 kg p. c./ha); 6. Testemunha. O óleo de nim foi aplicado em pulverização sobre os rebolos da cana-de-açúcar, no fundo do sulco. A torta de filtro e o Aldicarb foram aplicados no fundo do sulco momentos antes do plantio. As populações de *Meloidogyne* spp. e *P. zae* foram aferidas por ocasião do plantio, e 3, 6, 9 e 12 meses após, ocasião em que o campo foi colhido. As amostras foram retiradas em três pontos nas três linhas centrais das parcelas e homogeneizadas para a retirada de aproximadamente 50 g de raiz e 500 cm<sup>3</sup> de solo. Para o processamento das amostras de solo utilizaram-se os métodos padrões de Jenkins, (1964) e Barker, (1985); para as amostras de raízes, a técnica de maceração rápida em liquidificador (20 segundos) associada ao método de Jenkins (1964). Na colheita da cana planta foram obtidos dados relativos à produtividade, número, comprimento, diâmetro e peso de colmos e índices associados ao rendimento industrial (brix, Pol, pureza, PCC e teor de fibra). Foi conduzida análise de brotação aos três meses de idade, bem como número de perfilhos. As análises das variáveis industriais foram feitas utilizando-se os métodos padrões da agroindústria açucareira (Fernandes, 2003). Os dados das estimativas populacionais dos fitonematóides, transformados para  $\log_{10}(x+1)$  e variáveis agroindustriais da cana foram

estatisticamente testados pela análise da variância, utilizando-se o teste de Tukey para comparação das médias.

## Resultados e Discussão

Por ocasião do plantio, as populações de *Meloidogyne* spp. e *P. zae* estavam baixas em todas as parcelas em decorrência do preparo do solo e da amostragem ter sido realizada no mês de dezembro, período em que as temperaturas são altas no Nordeste. Mesmo fato ocorreu com Dinardo-Miranda *et al.* (2003), por ocasião da montagem de campo experimental em época quente em Piracicaba-SP.

O diâmetro dos colmos e a produtividade foram afetados significativamente pelos tratamentos, sendo menores ( $P=0,05$ ) na testemunha e nas parcelas que receberam aldicarb. As parcelas com torta de filtro, isoladamente ou associada ao óleo de nim, apresentaram as maiores ( $P=0,05$ ) produtividades com incrementos de 21,36 e 23,39 t/ha, muito embora os tratamentos não tenham afetado a altura das plantas e o número de colmos (Tabela 1). O uso da torta de filtro em cana-de-açúcar ocasiona elevada capacidade de retenção de água a baixas tensões (Paul, 1974), apresenta vantagens em relação à disponibilidade de nitrogênio (Moberly & Meyer, 1978), riqueza em cálcio, fósforo e ferro (Orlando Filho *et al.*, 1983), contribuindo desta forma para o aumento da produtividade desta cultura. Não ocorreram diferenças significativas nas variáveis tecnológicas avaliadas (Tabela 2), corroborando com Barros *et al.* (2000) e Rosa (2003).

A densidade populacional de *Meloidogyne* spp. no solo e raízes durante os períodos avaliados não foi afetada pelos tratamentos, ao contrário de *P. zae*, cujos níveis populacionais foram significativamente menores do que os da testemunha em relação às parcelas que receberam

aldicarb ou óleo de nim a 2% (Tabela 3). A não eficiência da torta de filtro em diminuir a densidade de *P. zae* corrobora com Moberly & Meyer (1978) que constataram ser de curta duração e de valor limitado o efeito nematicida da torta de filtro em solos arenosos.

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 (Tabelas 2 e 3). Mesmo tendo sido escolhido adequadamente para a época de instalação do experimento pela alta solubilidade (9000 ppm) (Barros *et al.*, 2006), a precipitação pluviométrica acima das médias dos últimos anos, logo no primeiro mês após o plantio, incomum nestes períodos do ano, pode ter contribuído para a lixiviação do aldicarb, não permitindo completa proteção às plantas (Figura 1).

Fatores que afetam microrganismos no solo podem resultar da ação de uma ou mais variáveis isoladas e de muitas interações (Moreira & Siqueira, 2002). A elevação da umidade ocorrente na época de condução do experimento pode ter resultado na redução da aeração, favorecendo a atividade de organismos microaeróbios e anaeróbios. Essas interações dificultam as interpretações dos estudos ecológicos, limitando extrapolações de resultados e previsões de comportamento da microbiota ou microorganismos específicos nativos ou introduzidos no solo (Stamford *et al.*, 2005).

Embora as menores densidades populacionais de *P. zae* tenham ocorrido nos tratamentos com nematicida e com o óleo de nim a 2% (Tabela 3), Oliveira *et al.* (2005) não observaram efeito significativo do nim em *Pratylenchus brachyurus* (Godfrey) Filipjev & Schuurmans Stekhoven em cana-de-açúcar. No entanto, extratos de nim quando utilizados no tratamento do solo foram tão efetivos quanto nematicidas, e ainda aumentaram a produtividade da cana-de-

açúcar (Salawu, 1992). Dessa forma, a dosagem de 2% do óleo de nim foi efetiva no controle de *P. zaeae*, podendo ser utilizada no manejo desse nematóide em cana-de-açúcar.

As densidades populacionais de *Meloidogyne* spp. na raiz variaram com a época de amostragem. As maiores densidades ocorreram 12 meses após o plantio, diferenciando-se ( $P=0,05$ ) dos demais períodos (dados não apresentados). Como não houve diferença significativa entre os tratamentos é provável que estes nematóides tenham permanecido no solo dentro dos ovos e por ocasião das condições favoráveis de desenvolvimento (próximo aos 12 meses) os mesmos eclodiram e/ou migraram para as raízes hospedeiras para continuidade do ciclo vital.

## Conclusões

- A aplicação conjunta ou isolada de aldicarb, óleo de nim e torta de filtro não afetou a altura, número de colmos, brix, Pol, PCC, pureza, umidade, fibra, TPH e ATR da cana, nem a densidade populacional de *Meloidogyne* spp. no solo e na raiz;
- Torta de filtro isoladamente e em associação com óleo de nim (1%) promoveram aumento no diâmetro dos colmos e produtividade da cana-de-açúcar;
- O óleo de nim a 2% mostrou-se eficiente no manejo de *P. zaeae*, promovendo redução de 56,8% na densidade populacional em condições de campo.

## Agradecimentos

À Usina Santa Teresa-Goiana/PE, pelo apoio na condução dos estudos em campo.

## Literatura Citada

AKHTAR, M. 2000. Nematicidal potential of the neem tree *Azadirachta indica*. Integrateal pest management reviews. Kluwer academic publishers. Netherlands, 5: 57-66.

BARKER, K. R. 1985. Sampling nematodes communities. In: Barker, K. R; C.C. CARTER & J.N. SASSER (ed). An advanced treatise ou *Meloidogyne*, v.II. Methodology. North Carolina State University Graphics, Raleigh. p. 3-17.

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

BARROS, A.C.B.; R. M. MOURA & E.M.R. PEDROSA. 2006. Estudos sobre aplicações conjuntas de herbicidas e nematicidas sistêmicos na eficácia dos nematicidas em cana-de-açúcar. Fitopatologia Brasileira, 31(3): 291-296.

BAUMER, M. 1983. Notes on trees and shrubs in arid and semi-arid regions. FAO, 280 p.

BHATTACHARYA, D. & B. K. GOSWANI. 1988. Effects of oil-cake used alone and in combination with aldicarb on *Meloidogyne incognita* infecting tomato. Nematologia Mediterranea, 16: 139-142.

CARVALHO, S.M. & D.T. FERREIRA. 1990. Santa Bárbara contra vaquinha. *Ciência Hoje*, 11:65-67.

COSTA, M.J.N.; V.P CAMPOS & D. F. OLIVEIRA. 2001. Toxidade de extratos vegetais e de esterco a *Meloidogyne incognita*. *Summa Phytopatologica*, 27(2):22-23.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; C. C. MENEGATTI & V.GARCIA. 2003. Efeito da torta de filtro e de nematicida sobre infestações de fitonematóides e a produtividade da cana-de-açúcar. *Nematologia Brasileira*, 27 (1): 61-67.

DINARDO-MIRANDA, L. L. & V. GARCIA. 2002. Efeito da época de aplicação de nematicidas em soqueiras de cana-de-açúcar. *Nematologia Brasileira*, 26 (2): 177-180.

FERNANDES, A. C. Cálculos na Agroindústria da Cana-de-açúcar. 2 ed. Piracicaba: edição do autor, 2003. 215 p.

JENKINS, W.R. 1964. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. *Plant Disease Reporter*, 48: 692.

MARTINEZ, S.S. 2002. O Nim – *Aradirachta indica*: natureza, usos múltiplos, produção. Londrina: IAPAR. 142 p.

MOBERLY, P.K. & J.H. MEYER. 1978. Filter cake a field and glasshouse evaluation. In: ANNUAL CONGRESS OF THE SOUTH AFRICAN SUGAR TECHNOLOGISTS ASSOCIATION, LII, Mount Edgecombe, Proceedings, p.131-136.

MOREIRA, F.M.S. & J.O.SIQUEIRA. 2002. Microbiologia e Bioquímica do Solo. UFLA, Lavras. 692p.

NEVES, B.P.; I.P. OLIVEIRA & J.C.M. NOGUEIRA. 2003. Cultivo e utilização do nim indiano. Goiânia: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 12 p. (Circular técnica, n.62).

NOVARETTI, W.R. T & E. J. NELLI. 1985. Use of nematicide and filter cake for control of nematodes attacking surgarcane, in São Paulo State. Nematologia Brasileira, 9 (2): 176-184.

OLIVEIRA, F.S.; M. R. ROCHA; A. J. S. REIS; V. O. F. MACHADO & R. A. B. SOARES. 2005. Efeito de produtos químicos e naturais sobre a população de nematóide *Pratylenchus brachyurus* na cultura da cana-de-açúcar. Pesquisa Agropecuária Tropical, 35 (3): 171-178.

ORLANDO FILHO, J.; G. M. A. SILVA & E.J. de A.,LEME. 1983. Utilização agrícola dos resíduos da agroindústria canavieira. In: ORLANDO FILHO, J. Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil. Brasília. p. 451-475.

PAUL, O.L. 1974. Effects of filter press mud on soil physical conditions in a sandy soil. Tropical Agriculture. 51: 288-292.

RAO, M.S.; P.P. REDDY & M. NAGESH.1997. Integration of *Paecilomyces lilacinus* with neem leaf suspension for the management of root-knot nematodes on egg plant. *Nematologia Mediterrânea*. 25(2):249-252.

ROSA, R.C.T. 2003. Estudo sobre o uso do nematicida carbofuran e de espécies de crotalaria no controle de fitonematóides de cana-de-açúcar no Nordeste. (Tese de Doutorado). Recife, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 78 p.

SALAWU, E. O. 1992.Effect of neem leaf extract and ethoprop singly and in combination on *Meloidogyne incognita* anal growth of sugarcane. *Pakistan Journal of Nematology*, 10:51-56.

SAXENA, R. C. 1989. Inseticides from neem. In: I. T. ARNASON; B.J.R., PHILOGENE P. MORAND (Eds.). Inseticides of plant origin. American Chemical Society, Washington: p. 110-35.

SCHUMUTTERER, H. 1990. Properties and potential of natural pesticides from the neem tree, *Azadirachta indica*. *Annual Review Entomology*, 35: 271-298.

SIDDIQUI, M. A. & M. M. ALAM. 1989. Effect of root extract of neem and persian lilac on plant parasitic nematodes. *Anzeiger fur Schadeinagskand Pflazen Uniweltshutz*. 62: 33-5.

SINGH, R.P. & R.C. SAXENA. 1999. *Azadirachta indica* A. Juss. P.B. Enfield: Science Publishers, 322p.



STAMFORD, N.P; T. L. M. STAMFORD; D.E.G.T. ANDRADE & S..J. MICHEREFF.2005. Microbiota de solos tropicais. In: MICHEREFF, S.J.; D. E. G. T. ANDRADE & M. MENEZES (eds). Ecologia e manejo de patógenos radiculares em solos tropicais. Recife. p.61- 91.

THAKUR R. S.; S. B. SINGH & A.GOSWANI. 1981. *Azadirachta indica* A. Juss - a review. Cromap 3, 135-40.

Tabela 1. Variáveis produtivas da cana-de-açúcar, 12 meses após o plantio na Usina Santa Teresa – Goiana – PE

Tratamento	Altura (cm)	Número de colmos	Diâmetro colmos (cm)	Produtividade (t/ha)	Incremento produtivo (t/ha)
Óleo de nim (1%)	161,0a	22,26a	2,17ab	38,34bc	6,10
Óleo de nim (2 %)	169,0a	22,42a	2,19a	45,41ab	13,07
Torta de filtro (60 t/ha)	168,0a	21,92a	2,19a	53,60a	21,36
Torta de filtro (60 t/ha) + óleo de nim (1 %);	176,0a	22,78a	2,27a	55,63a	23,39
Aldicarb (20 kg p.c./ha)	154,0a	21,38a	2,02b	33,31c	1,07
Testemunha	156,0a	20,76a	1,89b	32,24c	-
C.V.(%)	7,21	4,91	6,8	19,68	

Dados transformados em  $\log_{10}(x+1)$  para análise estatística e apresentados sem transformação. Na mesma coluna, médias seguidas por mesma

letra minúscula não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Tabela 2. Variáveis industriais em cana-de-açúcar, 12 meses após o plantio na Usina Santa Teresa – Goiana – PE

Tratamento	Brix	Pol	Pureza	PCC	Umidade	Fibra	TPH	ATR
Óleo de nim (1%)	21,14a	18,37a	87,01a	14,89a	62,03a	16,82a	4,80a	143,60a
Óleo de nim (2%)	20,56a	18,20a	87,17a	14,60a	61,61a	17,53a	6,04a	140,65a
Torta de filtro (60 t/ha)	19,82a	17,09a	86,11a	13,68a	62,94a	17,24a	6,74a	132,78a
Torta de filtro (60 t/ha) + óleo de nim (1 %);	20,14a	17,32a	84,90a	13,83a	63,14a	16,45a	6,98a	135,23a
Aldicarb (20 kg p.c./ha)	21,16a	18,07a	85,56a	14,20a	61,18a	17,66a	4,31a	138,04a
Testemunha	20,70a	17,91a	86,56a	14,39a	62,17a	17,13a	4,92a	139,11a
C.V. (%)	5,19	4,97	3,05	5,79	2,84	7,32	4,76	21,53

Na mesma coluna, médias seguidas por mesma letra minúscula não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Tabela 3. Densidade populacional de *Meloidogyne* spp. e *Pratylenchus zeae*., 12 meses após o plantio na Usina Santa Teresa – Goiana – PE

Tratamento	Fitonematóide	
	<i>Meloidogyne</i> spp.	<i>Pratylenchus zeae</i>
Óleo de nim (1%)	209,0a	700,4ab
Óleo de nim (2%)	208,7a	469,6 b
Torta de filtro (60 t/ha)	173,3a	1067,3a
Torta de filtro (60 t/ha) + óleo de nim (1 %);	151,2a	752,2ab
Aldicarb (20 kg p.c./ha)	174,9a	500,6 b
Testemunha	370,0a	1087,5a
C.V.(%)	36,91	19,49

Dados transformados em  $\log_{10}(x+1)$  para análise estatística e apresentados sem transformação. Na mesma coluna, médias seguidas por mesma letra minúscula não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

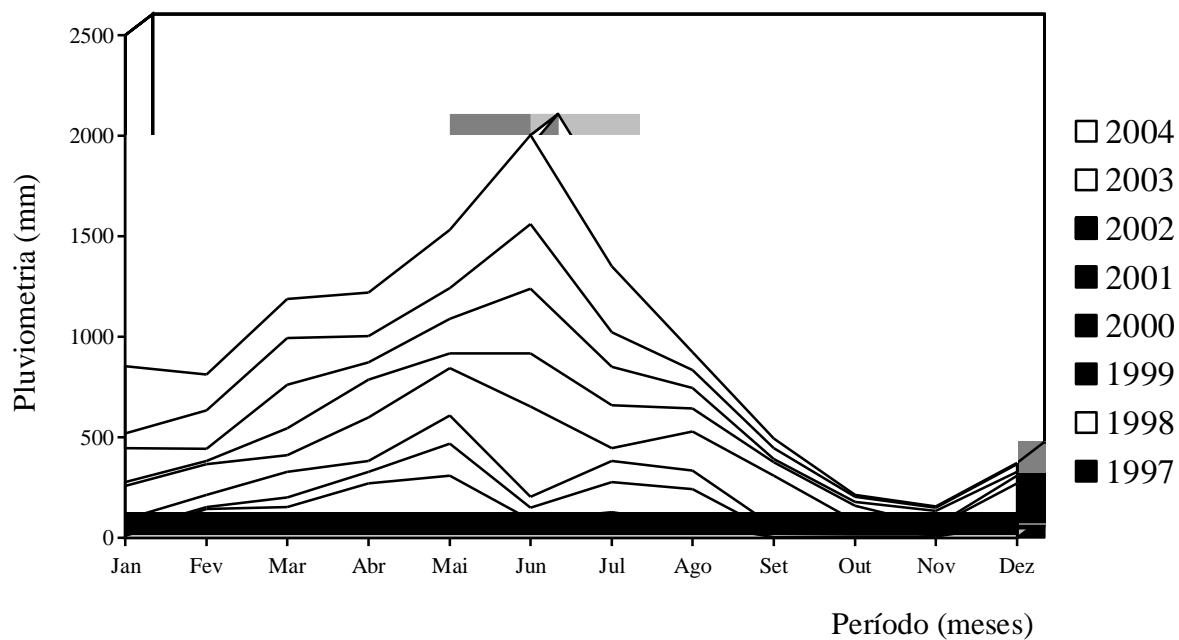


Figura 1. Precipitação pluviométrica na Usina Santa Teresa nos anos de 1997-2004.



# CAPÍTULO III

Efeito de Acibenzolar-S-Metil, Fertilizante Silicatado e Extrato de Nim no Manejo de *Meloidogyne* spp. e *Pratylenchus zae* em Cana-de-açúcar

1 Efeito de Acibenzolar-S-Metil, Fertilizante Silicatado e Extrato de Nim no  
2 Manejo de *Meloidogyne* spp. e *Pratylenchus zae* em Cana-de-açúcar

3 Andréa Chaves<sup>1</sup>, Elvira Maria Régis Pedrosa<sup>2</sup>, Rildo Sartori Barbosa Coelho<sup>2</sup>, Lillian  
4 Margarete Paes Guimarães<sup>2</sup> & Sandra Roberta Vaz Lira Maranhão<sup>2</sup>

5  
6 \*Parte da tese do primeiro autor, de Doutorado em Fitopatologia, apresentada à UFRPE Recife, PE.

7 <sup>1</sup>Estação Experimental de Cana-de-açúcar do Carpina/Universidade Federal Rural de Pernambuco,  
8 Rua Ângela Cristina C. P. de Luna, S/N, Bairro Novo, Carpina, Pe - Cep 55.810-000; <sup>2</sup>Universidade  
9 Federal Rural De Pernambuco, Departamento de Agronomia, Rua Dom Manoel de Medeiros S/N,  
10 Dois Irmãos, Cep 52.171-900. E-mail:epedrosa\_ufrpe@yahoo.com.br.

11  
12 Recebido para publicação em / / . Aceito em / / .

13  
14 Autor para correspondência: Elvira Maria Régis Pedrosa

---

15 Chaves, A., Pedrosa, E.M.R., Coelho, R.S.B., Guimarães, L.M.P. & Maranhão, S.R.V.L. Efeito de  
16 Acibenzolar-S-Metil, Fertilizante Silicatado e Extrato de Nim no Manejo de *Meloidogyne* spp. e  
17 *Pratylenchus zae* em Cana-de-açúcar. Fitopatologia Brasileira.

18  
19 RESUMO

20 Com o objetivo de examinar a eficiência dos Acibenzolar-S-Metil (ASM), fertilizante silicatado e  
21 extrato de nim no manejo integrado de *Meloidogyne* spp. e *Pratylenchus zae* em cana-de-açúcar  
22 (*Saccharum* sp.) em tabuleiros costeiros nordestinos, foi instalado experimento em blocos ao acaso,

23 com cinco repetições, variedade RB 813804, e os tratamentos aplicados isoladamente ou em  
24 conjunto: ASM (100 g p.c./100 L) pulverizado na parte aérea das plantas aos 2 e 4 meses após o  
25 plantio; fertilizante silicatado (600 kg p.c./ha) em fundação; extrato de nim a 1%; aldicarb (20 kg  
26 p.c./ha); torta de filtro (50 t/ha); ASM (100 g p.c./100 L) pulverizado nos rebolos; e testemunha. Os  
27 aumentos nas densidades populacionais de *Meloidogyne* spp. durante o cultivo da cana descreveram  
28 modelos de regressão quadráticos. A altura das plantas aumentou significativamente com a adição  
29 de torta de filtro+aldicarb+extrato de nim, bem como o diâmetro dos colmos com ASM pulverizado  
30 sobre os rebolos e aldicarb+ASM pulverizado na parte aérea. Os tratamentos com torta de filtro e  
31 fertilizante silicatado apresentaram as maiores ( $P=0,05$ ) produtividades. Não ocorreu diferença  
32 significativa nas variáveis tecnológicas do caldo e densidades dos endoparasitos no solo,  
33 diferentemente do que ocorreu nas raízes, quando os níveis de *Meloidogyne* spp. foram  
34 significativamente menores nas parcelas com fertilizante silicatado isoladamente ou em conjunto  
35 com os demais tratamentos. ASM não promoveu efeito significativo sobre a densidade deste  
36 fitonematóide e o extrato de nim foi eficiente quando usado com aldicarb ou torta de filtro+aldicarb.  
37 *Pratylenchu zae* não foi afetada pelos tratamentos.

38

39 Palavras chave adicionais: *Saccharum* sp., *Azadirachta indica*, nematóide das lesões,  
40 nematóide das galhas, manejo integrado, torta de filtro, aldicarb.

41

42 ABSTRACT

43 Effect of Acibenzolar-S-Methyl, silicated fertilizer and neem extract efficiency on integrated  
44 management of *Meloidogyne* spp. and *Pratylenchus zae* in sugarcane.

45 With the objective of evaluating the Acibenzolar-S-Methyl (ASM), silicated fertilizer, and neem  
46 extract efficiency on integrated management of *Meloidogyne* spp. and *Pratylenchus zae* in  
47 sugarcane (*Saccharum* sp.) at Northeastern Brazil coastal table, a field experiment was carried out at



48 in a completely randomized block design, with five replicates. The variety RB 813804 was used  
49 with the following treatments applied individually and in association: ASM (100 g p.c./100 L)  
50 sprinkled on shoots at 2 and 4 months after planting; silicated fertilizer (600 kg p.c./ha); neen  
51 extract (1%) sprinkled on seed stalks; aldicarb (20 kg p.c./ha) in foundation; filter press mud (50  
52 t/ha); ASM (100 g p.c./100 L) sprinkled on seed stalks and untreated control. *Meloidogyne* spp.  
53 densities increased along the crop development in quadratic models. The association of filter press  
54 mud+aldicarb+neen extract sprinkled on seed stalks significantly increased plant height. ASM  
55 sprinkled on seed stalks and aldicarb+ASM sprinkled on shoots increased ( $P=0.05$ ) stalk diameter.  
56 Filter press mud and silicated fertilizer promoted the highest increases in productivity. There was no  
57 significant difference in variables of stalk juice neither endoparasites densities in soil, in contrast to  
58 the roots, in which *Meloidogyne* spp. densities were significantly lower in plants with silicate  
59 fertilizer individually or in association with the other treatments. ASM did not affect significantly  
60 *Meloidogyne* spp. densities and neen extract was efficient only in association with aldicarb or filter  
61 press mud+aldicarb. *Pratylenchus zae* was not affected by any treatment.

62

63 Additional keywords: *Saccharum* spp., *Azadirachta indica*, lesion nematode, root-knot  
64 nematode, integrated management, filter press mud, aldicarb.

65

66

67

---

## INTRODUÇÃO

68

69 As dificuldades da atividade sucroalcooleira decorrentes de uma agricultura de custos elevados  
70 e com produtividade abaixo da média nacional geram vulnerabilidade acentuada na economia de  
71 Pernambuco. Entre os fatores apontados como justificativa para as baixas produções de campo, as

72 nematoses vêm assumindo papel de destaque, devido às limitações das técnicas de controle em  
73 diminuir de forma drástica e prolongada as populações desses parasitos em áreas infestadas,  
74 ocasionando perdas elevadas (Barros et al., 2000; Chaves et al., 2002).

75 Muitas técnicas de controle são recomendadas para o manejo de nematóides em cana-de-açúcar  
76 (*Saccharum* sp.). No entanto, a eficiência dessas técnicas, quando empregadas isoladamente, muitas  
77 vezes é questionável (Novaretti *et al.*, 1989). Medidas alternativas de controle de doenças de  
78 plantas, visando uma agricultura sustentável, com alta produtividade, qualidade, baixo impacto  
79 econômico e ambiental têm sido estudadas, a exemplo de indutores de resistência e fertilizantes.

80 Acibenzolar-S-Metil (ASM) é um dos mais potentes ativadores sintéticos da resistência  
81 sistêmica induzida (Kessmann et al., 1994), retardando o desenvolvimento de vários fitopatógenos,  
82 *Colletotrichum falcatum* Went em cana-de-açúcar (Sundar et al., 2001). Chaves et al. (2004)  
83 observaram redução populacional de *Meloidogyne* spp. e *Pratylenchus zeae* Graham em cana-de-  
84 açúcar, variedade SP81-3250, após aplicação de ASM, em condições de casa de vegetação.

85 O nim (*Azadirachta indica* A. Juss), árvore oriunda da Índia, apresenta atividade contra 430  
86 espécies de pragas, possui vários princípios ativos com propriedades antimicrobianas não é  
87 fitotóxica, praticamente atóxica ao homem e não agride o meio ambiente (Martinez, 2002). Estudos  
88 têm demonstrado que o índice de galhas e a população final de *M. incognita* (Kofoid & White)  
89 Chitwood decresceram significativamente em mudas de berinjela (*Solanum melongena* L.) que  
90 tiveram raízes mergulhadas em suspensão de folhas de nim, contendo esporos do fungo nematófago  
91 *Paecilomyces lilacinus* (Thom.) Samson (Rao et al., 1997), demonstrando efeito aditivo.

92 O silício, embora não seja considerado nutriente essencial, é benéfico ou útil às plantas,  
93 proporcionando maior tolerância a estresse hídrico, resistência à toxidade por metais pesados e  
94 menor intensidade de doenças e pragas (Pozza et al., 2004). Em cana-de-açúcar, Ayres (1966)  
95 relatou redução dos sintomas de manchas foliares, como a ferrugem (*Puccinia melanocephala* H. e  
96 P. Syd.). Ainda em cana, Raid et al. (1992) verificaram reduções significativas com diminuição de

97 67% na severidade da mancha ocular (*Bipolaris sacchari* (Butler) Shoemaker, com a utilização  
98 deste nutriente. Dutra et al. (2004), trabalhando com plântulas de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)  
99 inoculadas com *M. incognita*, observaram que o número de galhas, massas de ovos e ovos por  
100 sistema radicular foi reduzido significativamente pela adição de fertilizante silicatado no substrato.

101 O objetivo do presente estudo foi avaliar a eficiência de ASM, fertilizante silicatado e  
102 extrato de nim como técnicas de manejo integrado a *Meloidogyne* spp. e *Pratylenchus zaei* em  
103 cana-de-açúcar cultivada em tabuleiro costeiro nordestino.

104

## 105 MATERIAL E MÉTODOS

106

107 Fundamentado na alta densidade populacional de fitonematóides (630 *Meloidogyne* spp. e  
108 3789 *Pratylenchus zaei*) em 20 g de raízes verificada em amostragem realizada no final do ciclo da  
109 cana-de-açúcar, foi instalado campo experimental na Usina Santa Teresa – Goiana/PE. O  
110 delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com parcelas de seis linhas de 10 m, com 1,4 m  
111 de espaçamento entre plantas e cinco repetições, 16 gemas por metro linear, variedade RB 813804,  
112 com os seguintes tratamentos: 1. ASM (100g p.c./100 litros) pulverizado sobre as plantas aos 2 e 4  
113 meses após o plantio; 2. fertilizante silicatado (600 kg p. c./ha) em fundação; 3. extrato de nim (1%)  
114 em pulverização sobre os rebolos; 4. aldicarb (20 kg p. c./ha) em fundação; 5. torta de filtro (50  
115 t/ha); 6. aldicarb (20 kg p. c./ha) em fundação + ASM (100g p.c./100 L) pulverizado sobre as  
116 plantas aos 2 e 4 meses após o plantio; 7. aldicarb (20 kg p. c./ha) em fundação + fertilizante  
117 silicatado (600 kg p. c./ha); 8. aldicarb (20 kg p. c./ha) em fundação + extrato de nim (1%) em  
118 pulverização sobre os rebolos; 9. torta de filtro (50 t/ha) + ASM (100g p. c. /100 L), pulverizado  
119 sobre as plantas aos 2 e 4 meses após o plantio; 10. torta de filtro (50 t/ha) + fertilizante silicatado  
120 (600 kg p. c./ha); 11. torta de filtro (50 t/ha) + extrato de nim (1%) em pulverização sobre os  
121 rebolos; 12. torta de filtro (50 t/ha) + aldicarb (20 kg p. c./ha) em fundação + ASM (100g p. c./100

122 L) pulverizado sobre as plantas aos 2 e 4 meses após o plantio; 13. torta de filtro (50 t/ha) + aldicarb  
123 (20 kg p. c./ha) em fundação + fertilizante silicatado (600 kg p. c./ha); 14. torta de filtro (50 t/ha) +  
124 aldicarb (20 kg p. c./ha) em fundação + extrato de nim (1%) em pulverização sobre os rebolos; 15.  
125 ASM (100g p. c./100 L), pulverizado sobre os rebolos em dosagem única e 16. testemunha não  
126 tratada.

127 O fertilizante silicatado utilizado foi oriundo de uma alga do gênero *Lithothamnium*, cuja  
128 composição química apresenta como fonte de silício SiO e outros compostos tais como P<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O,  
129 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Mo e Zn

130 As densidades populacionais de *Meloidogyne* spp. e *P. zae* foram determinadas por  
131 ocasião do plantio (dezembro de 2004) e 3, 6, 9 e 12 meses após, sendo coletados solo e raízes em  
132 três pontos de cada parcela, homogeneizados e analisadas amostras simples de 300 cm<sup>3</sup> de solo e 20  
133 g de raízes. O processamento das amostras de solo foi feito pelos métodos padrões (Jenkins, 1964 e  
134 Barker, 1985). Para as amostras de raízes, utilizou-se a técnica de maceração rápida em  
135 liqüidificador (20 segundos) associada ao método de Jenkins (1964). Na ocasião da colheita da  
136 cana planta, foram obtidos dados relativos à altura, comprimento, diâmetro e peso de colmos, bem  
137 como índices associados ao rendimento industrial, brix, Pol, pureza, Pol por cento cana (PCC) e  
138 teor de fibra, pelos métodos padrões da agroindústria açucareira (Fernandes, 2003).

139 Os dados das variáveis agroindustriais da cana foram estatisticamente testados pela análise  
140 da variância e as médias separadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. As estimativas das  
141 densidades populacionais dos fitonematóides obtidos ao longo do período experimental foram  
142 avaliados usando-se modelos de regressão lineares, quadráticos, cúbicos e logarítmicos, objetivando  
143 descrever melhor o comportamento das populações no solo e nas raízes durante o cultivo da cana-  
144 de-açúcar. Quando não foram encontrados modelos significativos, os dados das estimativas  
145 populacionais aos 12 meses foram estatisticamente testados pela análise de variância e as médias  
146 separadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

147

148

149 A produtividade foi afetada significativamente pelos tratamentos (Tabela 1); os incrementos  
150 variaram de 19,91 a 0,01 t/ha. Isoladamente, os melhores resultados foram observados com a  
151 utilização da torta de filtro e do fertilizante silicatado, e os dois tratamentos em conjunto. De  
152 maneira geral, todos os tratamentos que continham torta de filtro apresentaram ganhos produtivos.  
153 Resultados semelhantes foram apresentados por Aguilera et al. (1988) no Sudeste, com o aumento  
154 da produção de cana planta em 42% na variedade NA 56-79 e 36% em RB 735275 pelo uso da torta  
155 de filtro. Os melhores resultados em relação à altura das plantas ocorreram nos tratamentos  
156 constituídos por torta de filtro, em particular torta de filtro + aldicarb + extrato de nim. Nenhum  
157 dos tratamentos afetaram o diâmetro dos colmos quando comparados a testemunha (Tabela 1).

158 Segundo Kidder & Gascho (1977) e Novaretti & Nelli (1985), aumentos de produtividade  
159 com a utilização de silicatos e matéria orgânica são considerados comuns em cana-de-açúcar. O  
160 silício propicia aumento da capacidade fotossintética, reduz a transpiração e a acumulação tóxica de  
161 manganês, ferro e alumínio, aumentando a absorção de fósforo, resistência mecânica das células,  
162 resistência a insetos e doenças (Kondorfer & Datnoff, 1995). A torta de filtro destaca-se pela  
163 riqueza em nitrogênio, fósforo e potássio (Orlando Filho & Leme, 1984), pelas propriedades  
164 corretivas de acidez do solo por conta dos efeitos sobre o alumínio, alterações no balanço catiônico  
165 do solo e elevada capacidade de retenção de água, contribuindo para o aumento da produtividade da  
166 cana, melhorando a brotação e produtividade em plantios realizados em épocas desfavoráveis  
167 (Prasad, 1976). Os dados relativos à utilização de nematicidas em cana-de-açúcar discordam dos  
168 apontados por Novaretti et al. (1989) que observaram ganhos significativos na produtividade da  
169 cana planta. Resultados sobre aumentos produtivos pelo uso de ASM em campo não foram  
170 divulgados até o presente momento.

171 As amostragens realizadas em épocas quentes apresentaram baixas densidades  
 172 populacionais de fitonematóides no solo. Dessa forma, as populações observadas em solo por  
 173 ocasião do plantio experimental foram constituídas por baixos índices de *Meloidogyne* spp., *P. zaeae*,  
 174 *Helicotylenchus dihystra* (Cobb., 1893) Sher, 1961, *Paratrichodorus minor* (Colbran, 1956)  
 175 Siddiqi, 1974, *Criconemella ornata* Raski, 1958, *Xiphinema* sp. e *Hoplolaimus* sp., corroborando  
 176 com Chaves et al. (2003). De acordo com Novaretti & Nelli (1980) a flutuação populacional de  
 177 ectoparasitos como *Helicotylenchus* sp. e *Trichodorus* sp. dependem diretamente de condições  
 178 climáticas, principalmente de temperatura e precipitação. Conseqüentemente, ectoparasitos são  
 179 afetados mais efetivamente por permanecerem durante todo ciclo de vida no solo. Estatisticamente,  
 180 os tratamentos não afetaram estas populações no solo que permaneceram baixas durante todo  
 181 período de condução do experimento.

182 Em raízes, o comportamento de *Meloidogyne* spp. em função do tempo mostra que o efeito  
 183 dos tratamentos foram expressos por modelos quadráticos de acordo com as seguintes equações: 1.  
 184 ASM em duas aplicações ( $Y = 10^{2,233593 - 0,943073X + 0,082726X^2}$ ,  $R^2 = 0,86^{**}$ ); 2. Fertilizante silicatado ( $Y =$   
 185  $10^{1,20303 - 0,444775X + 0,043719X^2}$ ,  $R^2 = 0,67^{**}$ ); 3. Extrato de nim ( $Y = 10^{1,77294 - 0,302497X + 0,036487X^2}$ ,  $R^2 =$   
 186  $0,31^{**}$ ); 4. Aldicarb ( $Y = 10^{0,16943 - 0,187072X + 0,033783X^2}$ ,  $R^2 = 0,57^{**}$ ); 5. Torta de filtro ( $Y = 10^{1,538355 -$   
 187  $0,667836X + 0,066156X^2}$ ,  $R^2 = 0,76^{**}$ ); 6. Aldicarb+ ASM ( $Y = 10^{0,02844 - 0,157429X + 0,035677X^2}$ ,  $R^2 = 0,78^{**}$ ); 7.  
 188 Aldicarb+ fertilizante silicatado ( $Y = 10^{0,716196 - 0,298306X + 0,033782X^2}$ ,  $R^2 = 0,42^{**}$ ); 8. Aldicarb + extrato  
 189 de nim ( $Y = 10^{0,278699 - 0,152793X + 0,018684X^2}$ ,  $R^2 = 0,24^{**}$ ); 9. Torta de filtro + ASM ( $Y = 10^{2,233593 -$   
 190  $0,943073X + 0,082726X^2}$ ,  $R^2 = 0,90^{**}$ ); 10. Torta de filtro + fertilizante silicatado ( $Y = 10^{1,73356 - 0,75514X + 0,069729X^2}$ ,  
 191  $R^2 = 0,82^{**}$ ); 11. Torta de filtro + extrato de nim ( $Y = 10^{0,581973 - 0,566654X + 0,02170559X^2}$ ,  $R^2 = 0,54^{**}$ ); 12.  
 192 Torta de filtro + aldicarb+ ASM ( $Y = 10^{1,665077 - 0,65409X + 0,06167X^2}$ ,  $R^2 = 0,51^{**}$ ); 13. Torta de filtro +  
 193 aldicarb+ fertilizante silicatado ( $Y = 10^{1,61917 - 0,566654X + 0,051451X^2}$ ,  $R^2 = 0,66^{**}$ ); 14. Torta de filtro +  
 194 aldicarb+ extrato de nim ( $Y = 10^{1,212282 - 0,534748X + 0,049344X^2}$ ,  $R^2 = 0,50^{**}$ ); 15. ASM no plantio ( $Y =$

195  $=10^{0,231912-0,13996X+0,02735X^2}$ ,  $R^2= 0,93$  \*\*); 16. Testemunha ( $Y= 10^{2,953147-1,24684X+0,109376X^2}$ ,  $R^2= 0,93$   
196 \*\*). Todas equações estão expressas na Figura 1 (a,b,c,d,e,f)

197 Níveis de danos de *Meloidogyne* spp. em cana-de-açúcar são pouco estudados, devido a  
198 complexidade. De acordo com Novaretti (1998) níveis maiores que 400 juvenis/ 50g de raízes  
199 indicam alta densidade populacional, justificando neste caso a adoção de medidas de controle. Em  
200 relação a *P. zaeae*, Dinardo-Miranda et al. (1996) consideram que 2500 espécimens/ 50 g de raízes  
201 causam reduções de produtividade em variedades susceptíveis, a exemplo de RB 813804, que  
202 apresentou susceptibilidade a *Meloidogyne* spp. e *P. zaeae* em condições de campo (Chaves et al.,  
203 2002).

204 De maneira geral, a densidade populacional de *Meloidogyne* spp. permaneceu baixa até o  
205 nono mês do ciclo da cultura em todos os tratamentos amostrados. A partir de então, os índices  
206 populacionais cresceram rapidamente e a maioria dos tratamentos não conseguiu impedir essa  
207 ascensão. A ecologia de *Meloidogyne* spp. é complexa e dinâmica. Uma grande variedade de  
208 fatores físico-químicos e biológicos afetam a reprodução dos nematóides, a exemplo de  
209 temperatura (Noe, 1991), umidade (Yeates, 1981), antagonistas (Stirling, 1991), e práticas agrícolas  
210 (Dutra & Campos, 2003).

211 A Figura 2 mostra a precipitação pluviométrica da região nos anos de 1997-2005, onde foi  
212 conduzido o experimento. Nos meses de janeiro a abril de 2005 as chuvas foram escassas, de abril a  
213 agosto, com pico no mês de junho, o volume pluviométrico aumentou consideravelmente,  
214 provavelmente ocasionando condição de anaerobiose, bem como propiciando o desenvolvimento de  
215 antagonistas. Muitas espécies de nematóides permanecem em quiescência durante estádios  
216 específicos do ciclo de vida, dependendo do nível de estresse, levando-os à criptobiose (Womersley,  
217 1987). Em geral, o máximo de eclosão ocorre na capacidade de campo, enquanto a seca ou  
218 encharcamento inibem a eclosão de juvenis (Jones et al., 1969).

219 O fertilizante silicatado isoladamente e em conjunto com os demais tratamentos manteve  
220 baixa as densidades de *Meloidogyne* spp. até o final do experimento, justificando a utilização no  
221 manejo integrado de *Meloidogyne* spp. em tabuleiros costeiros nordestinos, diferentemente do  
222 ASM, que não reduziu os níveis deste nematóide ao final do ciclo da cultura. Em casa de  
223 vegetação, Chaves et al. (2004) observaram que este produto foi eficiente no controle de  
224 *Meloidogyne* spp., diferindo dos resultados em campo.

225 O extrato de nim foi eficiente quando usado em conjunto com aldicarb e aldicarb + torta de  
226 filtro, concordando com Bhattacharya & Goswani (1988), demonstrando que a combinação com  
227 nematicida foi mais efetiva na redução de populações de *Meloidogyne* spp. do que os tratamentos  
228 isoladamente, fato que ocorreu de forma semelhante neste estudo.

229 Isoladamente, a aplicação do aldicarb não foi eficiente em reduzir a densidade populacional  
230 de *Meloidogyne* spp. abaixo do nível de dano por ocasião da colheita (Figura 1a e b). Barros et al.  
231 (2000) concluíram que a despeito da aplicação de nematicida ter promovido ganhos na colheita da  
232 cana planta, a rápida recuperação das populações de nematóides após o tratamento químico tornava  
233 necessário a adoção de métodos de proteção para as socarias.

234 A torta de filtro não afetou significativamente a densidade populacional de *Meloidogyne*  
235 spp., quando aplicada isoladamente, diferentemente do que aconteceu quando combinada com  
236 aldicarb + fertilizante silicatado, e aldicarb + extrato de nim. Em experimento no campo, Novaretti  
237 e Nelli (1985) concluíram que os aumentos observados nas parcelas tratadas com torta de filtro em  
238 áreas infestadas com *M. javanica* (Treub) Chitwood e *P. zea* não podiam ser atribuídos a efeitos  
239 nematicidas, mas a efeitos nutricionais. Resultados similares foram observados por Dinardo-  
240 Miranda et al. (2003).

241 Em relação a população de *P. zea* (Tabela 2) os tratamentos não diferiram da testemunha.  
242 Também não ocorreu diferença estatística entre os tratamentos em relação às variáveis tecnológicas  
243 do caldo da cana-de-açúcar.



244

## AGRADECIMENTOS

245

246

À Usina Santa Teresa-Goiana/PE, pelo apoio na condução dos estudos em campo.

247

248

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

249

250

AGUILERA, M.M., VIEIRA, M.A.S. & MASUDA, Y. Aplicação de resíduos orgânicos para

251

aumento da produtividade da cana-de-açúcar em solos infestados por nematóides. *Nematologia*

252

Brasileira, 12: 3-4. 1988.

253

254

AYRES, A.R. Silicate fertilizer slag as a growth stimulant for sugarcane on low-silicon soils. *Soil*

255

Science, 101(3): 216-227. 1966.

256

257

BARKER, K. R. Sampling nematodes communities. In: Barker, K. R., Carter, C.C. & Sasser, J.N.

258

(Eds.) An advanced treatise on *Meloidogyne*, v.II. Methodology. University Graphics,

259

Raleigh.1985. pp. 3-17.

260

261

BARROS, A.C.B., MOURA, R.M. & PEDROSA, E.M.R. Aplicação de terbufos no controle de

262

*Meloidogyne incognita* raça 1 e *Pratylenchus zae* em cinco variedades de cana-de-açúcar no

263

Nordeste. Parte 1 - Efeitos na cana planta. *Nematologia Brasileira*, 24:73-78. 2000.

264

265

BHATTACHARYA, D. & GOSWANI, B. K. Effects of oil-cake used alone and in combination

266

with aldicarb on *Meloidogyne incognita* infecting tomato. *Nematologia Mediterranea*, 16: 139-142.

267

1988.

268

269 CHAVES, A., PEDROSA, E.M.R. & MOURA, R.M. Efeitos da aplicação de terbufos sobre a  
270 densidade populacional de nematóides endoparasitos em 5 variedades de cana-de-açúcar  
271 prevalentes no Nordeste. *Nematologia Brasileira*, 26 (2):167-176. 2002.

272

273 CHAVES, A., PEDROSA, E.M.R. & MOURA, R.M. Efeito de terbufos em soqueira sobre  
274 fitonematóides ectoparasitos de cana-de-açúcar. *Fitopatologia Brasileira*, 28(2):195 – 198. 2003.

275

276 CHAVES, A., PEDROSA, E.M.R., GUIMARÃES, L.M.P., MARANHÃO, S.R.V., SILVA,  
277 I.L.S.S. & MOURA, R.M. Indução de resistência a *Meloidogyne* sp. em cana-de-açúcar cultivada  
278 em solo de áreas que apresentam declínio de desenvolvimento em tabuleiros nordestinos. Anais,  
279 37º. Congresso Brasileiro de Fitopatologia, Gramado, RS. 2004. pp. 142.

280

281 DINARDO-MIRANDA, L.L., MORELLI, J. L., LANDELL, M.G.A. & SILVA, M.A.

282 Comportamento de genótipos de cana-de-açúcar em relação a *Pratylenchus zaei*. *Nematologia*  
283 *Brasileira*, 20: 52-58. 1996.

284

285 DINARDO-MIRANDA, L.L., GIL, A.M., COELHO, A.L., GARCIA, V. & MENEGATTI, C.C.  
286 Efeito da torta de filtro e de nematicidas sobre as infestações de nematóides e a produtividade da  
287 cana-de-açúcar. *Nematologia Brasileira*, 27(1): 61-67. 2003.

288

289 DUTRA, M.R. & CAMPOS, V.P. Manejo do solo e da irrigação como nova tática de controle de  
290 *Meloidogyne incognita* em feijoeiro. *Fitopatologia Brasileira*, 28(6): 608-614. 2003.

291

292 DUTRA, M.R.; BOTELHO, D.M.S., PAIVA, B.R.T.L. & CAMPOS, V.P. 2004. Silício no  
293 controle de *Meloidogyne incognita* e no desenvolvimento do feijoeiro. Resumos, 37º. Congresso  
294 Brasileiro de Fitopatologia. Gramado, RS. 2004. pp.210.

295

296 FERNANDES, A. C. Cálculos na Agroindústria da Cana-de-açúcar. 2 ed. Piracicaba, edição do  
297 autor, 2003.

298

299 JENKINS, W. R. A rapid centrifugal-flotation, technique for separating nematodes from soil. Plant  
300 Disease Reporter. 48:692. 1964.

301

302 JONES, S.W., LARBEY D.W. & PARROTT, D.M. The influence of soil structure and moisture on  
303 nematodes, especially *Xiphinema*, *Longidorus*, *Trichodorus* and *Heterodera* spp. Soil Biology and  
304 Biochemistry, 1: 153-155. 1969.

305

306 KESSMANN, H., STAUB, T., HOLFMANN, C., MAETZKE, T., HERZOG J.,WARD, E.,  
307 UKNES, S. & RYALS, S. J. Induction of systemic acquired disease resistance in plants by  
308 chemicals. Annual Review Phytopathology, 32: 439-459. 1994.

309

310 KIDDER, G. & GASCHO, G.J. Silicate slag recommended for specified conditions in Florida  
311 sugarcane. Agronomy Facts, Florida Cooperative Extension Service, University of Florida, 65.  
312 1977.

313

314 KORNDÖRFER, G.H. & DATNOFF, L.E. Adubação com silício: uma alternativa no controle de  
315 doenças da cana de açúcar e do arroz. Informações Agronômicas, 70:1-3. 1995.

316

- 317 MARTINEZ S.S. O Nim *Azadirachta indica*: natureza, usos múltiplos, produção. Londrina:  
318 IAPAR- Instituto Agronômico do Paraná, 142 p. 2002.  
319
- 320 NOE, J.P. Development of *Meloidogyne arenaria* on peanut and soybean under two temperature  
321 cycles. *Journal of Nematology*, 23: 468-476. 1991.  
322
- 323 NOVARETTI, W.R.T. Controle de *Meloidogyne incognita* e *Pratylenchus zae* (Nemata:  
324 Tylenchoidea) em cana-de-açúcar com nematicidas, associados ou não à matéria orgânica. Tese de  
325 Doutorado. Piracicaba, SP.Universidade de São Paulo. 1998.  
326
- 327 NOVARETTI, W.R.T. & NELLI, E.J. Flutuação populacional de nematóides na cultura da cana-  
328 de-açúcar, cana de ano e meio. *Brasil Açucareiro*, 96: 30-36. 1980.  
329
- 330 NOVARETTI, W.R.T. & NELLI, E.J. Use of nematicide and filtercake for control of nematodes  
331 attacking sugarcane in São Paulo State. *Nematologia Brasileira*, 9:175-184. 1985.  
332
- 333 NOVARETTI, W.R. T., CARDERAN, J.O., STRABELLI, J. & AMORIM, E. Efeitos da utilização  
334 de composto, associado ou não a nematicida e adubos minerais, no controle de nematóides e na  
335 produtividade de cana-de-açúcar. *Nematologia Brasileira* (13):93-107. 1989.  
336
- 337 ORLANDO FILHO, J. & LEME, E.J. de A. Utilização agrícola dos resíduos da agroindústria  
338 canavieira. Anais, 1º. Simpósio sobre Fertilizantes na Agricultura Brasileira., Brasília, DF. 1984.pp.  
339 451-475.  
340

- 341 POZZA, A.A.A., POZZA, E.A. & BOTELHO, D.M.S. O silício no controle de doenças de plantas.  
342 Revisão Anual de Patologia de Plantas, 12:373-403. 2004.  
343
- 344 PRASAD, M. Response of sugarcane to filter press mud and N, P and K fertilizers. II. Effects of  
345 plant composition and soil chemical properties. Agronomy Journal, 68:543-547. 1976.  
346
- 347 RAID, R.N., ANDERSON, D.L. & ULLOA, M.F. Influence of cultivar and amendment of soil  
348 with silicate fertilizer slag on foliar disease development and yield of sugar cane. Crop Protection,  
349 11: 84-88. 1992.  
350
- 351 RAO, M.S., REDDY, P.P. & NAGESH., M. Integration of *Paecilomyces lilacinus* with neem leaf  
352 suspension for the management of root-knot nematodes on egg plant. Nematologia Mediterrânea, 25  
353 (2):249-252. 1997.  
354
- 355 STIRLING, G.R. Biological control of plant-parasitic nematodes: Progress, problems and  
356 prospects. Wallingford, UK: CAB International. 1991.  
357
- 358 SUNDAR, A.R., VELAZHAHAN, R., VISWANATHAN, R., PADMANABAN, P. &  
359 VIDHYASEKARAN, P. . Induction of systemic resistance to *Colletotrichum falcatum* in  
360 sugarcane by a synthetic signal molecule, Acibenzolar-S-Metil. Phytoparasitica, 29(3): 231-242.  
361 2001.  
362
- 363 WOMERSLEY C. A reevaluation of strategies employed by nematode anhydrobiotes in relation to  
364 their natural environment. In J. A. Veech and D. W. Dickson (Eds.). Vistas on Nematology. Society  
365 of Nematologists, Hyattsville, MD. 1987. pp. 165-173.

366 YEATES, G.W. Nematodes populations in relation to soil environmental factors: a review.

367 *Pedobiologia*, 22:312-338. 1981.

368

369

370

371

372

373

374

375

376

377

378

379

380

381

382

383

384

385

386

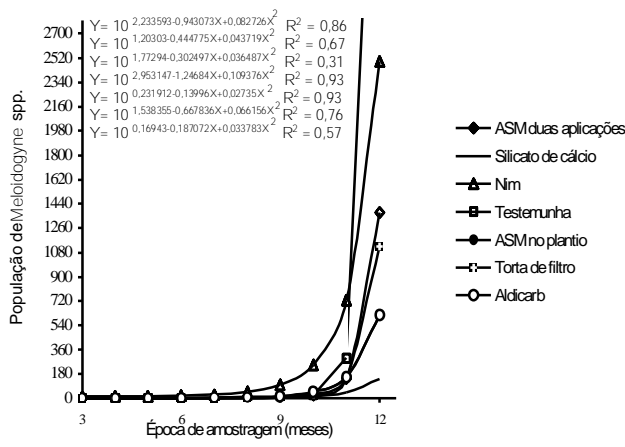
387

388

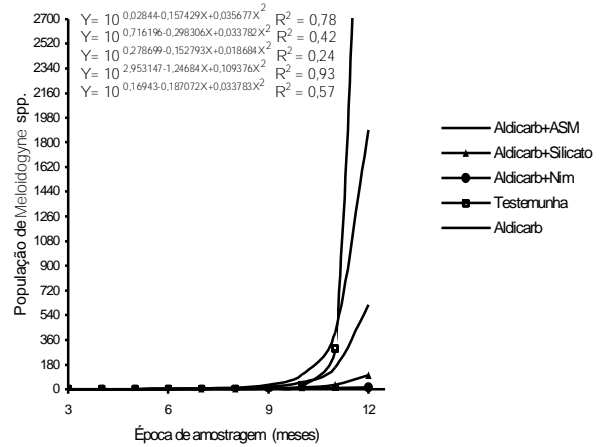
389

390

391



392



393

394

395

396

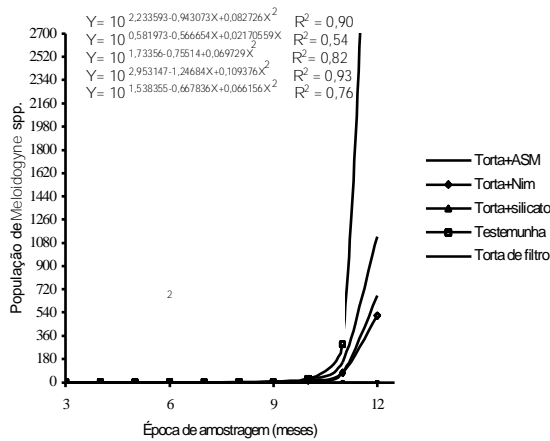
397

398

1.a

1.b

399



400

401

402

403

404

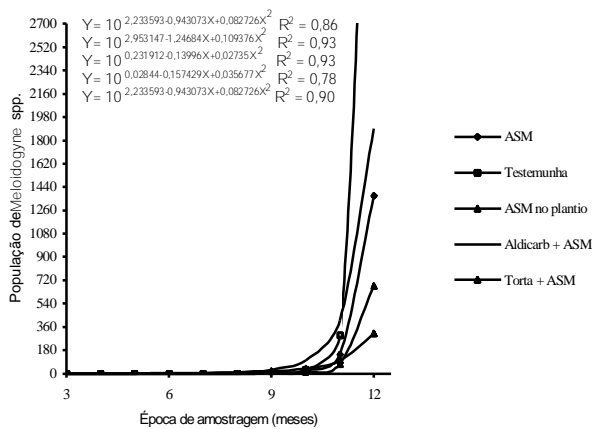
405

1.c

1.d

406

407



408

409

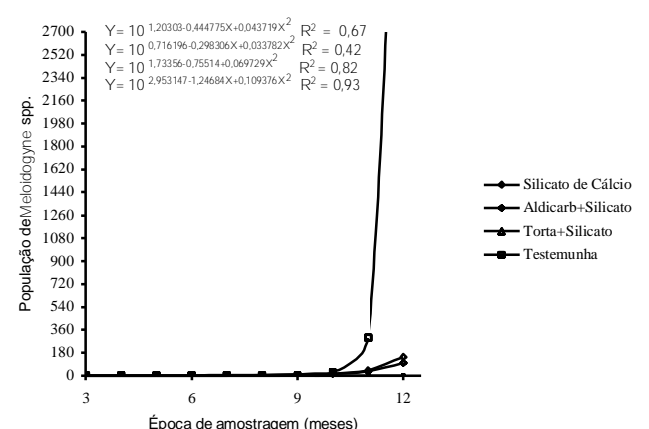
410

411

412

413

1.e



1.f

414 Figura 1. Densidade populacional de *Meloidogyne* spp. Em 20 g de raiz aos 3, 6, 9 e 12 meses após  
415 o plantio. a. Tratamentos isolados e a testemunha; b. Tratamento nematicida isoladamente,  
416 combinado com ASM, fertilizante silicatado, nim e a testemunha; c. Tratamento com torta de filtro  
417 isoladamente, combinada com ASM, nim, fertilizante silicatado e a testemunha; d. Tratamentos  
418 combinados e a testemunha; e. Tratamento com ASM isoladamente, em única aplicação, combinado  
419 com nematicida, com torta de filtro e a testemunha; f. Tratamento com fertilizante silicatado  
420 isoladamente, combinado com nematicida e a testemunha.



421 Tabela 1. Médias de variáveis produtivas da cana-de-açúcar, 12 meses após o plantio na Usina Santa Teresa – Goiana – PE

Tratamentos	Médias das variáveis			
	Altura (cm)	Diâmetro colmos (cm)	Produtividade (t/ha)	Incremento produtivo (t/ha)
1. ASM (100g p.c./100 L) duas aplicações pulverizadas sobre o plantio	232,60 bcd	2,49ab	63,38 f	0,01
2. Fertilizante silicatado (600 kg p. c./ha)	244,00ab	2,45ab	76,02 bcd	12,65
3. Extrato de nim (1 %)	232,30 bcd	2,43ab	64,43 ef	1,06
4. Aldicarb ( 20 kg p.c./ha )	230,20 d	2,46ab	67,57 def	4,20
5. Torta de filtro (50 t/ha);	236,80abcd	2,46ab	80,93ab	17,55
6. Aldicarb (20 kg p.c./ha), + ASM (100 g p. c./100 L) duas aplicações pulverizadas sobre o plantio	237,40abcd	2,51a	63,64 f	0,27
7. Aldicarb (20 kg p.c./ha) + fertilizante silicatado (600 kg p. c./ha)	239,20abcd	2,39 b	68,52 def	5,15
8. Aldicarb (20 kg p.c./ha) + extrato de nim (1%)	231,00 cd	2,47ab	65,74 ef	2,37
9. Torta de filtro (50 t/ha) + ASM (100 g p. c./100 L) duas aplicações pulverizadas sobre o plantio	242,80abc	2,46ab	74,11 bcd	10,74
10. Torta de filtro (50 t/ha) + fertilizante silicatado (600 kg p. c./ha)	236,20abcd	2,44ab	83,28a	19,91
11. Torta de filtro(50 t/ha) + extrato de nim (1 %)	235,80abcd	2,23ab	74,38 bcd	11,01
12. Torta de filtro (50 t/ha) + aldicarb (20 kg p.c./ha), + ASM (100 g p. c./100 L) em duas aplicações pulverizadas sobre o plantio	241,00abcd	2,49ab	72,02 cde	8,65
13. Torta de filtro (50 t/ha) + aldicarb (20 kg p.c./ha) + fertilizante silicatado (600 kg p. c./ha)	245,00ab	2,48ab	78,57abc	15,20
14. Torta de filtro (50 t/ha) + aldicarb (20 kg p.c./ha) + extrato de nim (1%)	247,00a	2,47ab	81,45ab	18,08
15. ASM (100 g p. c./100 L) pulverizado sobre os rebolos	229,80 d	2,51a	69,93 def	6,56
16. Testemunha	224,00 d	2,45ab	63,37 f	-
C.V.(%)	1,82	4,44	11,0	

422 Na mesma coluna, médias seguidas por mesma letra minúscula não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

423 Tabela 2. Densidade populacional de *Pratylenchus zeae* em 20g de raiz, 12 meses após o plantio na Usina Santa Teresa – Goiana – PE

Tratamentos	<i>Pratylenchus zeae</i>
1.ASM (100g/100 L) duas aplicações pulverizadas sobre o plantio	631,3ab
2. Fertilizante silicatado (600 kg p. c./ha)	771,3ab
3. Extrato de nim (1%)	373,8b
4. Aldicarb ( 20 kg/ha )	643,6ab
5. Torta de filtro (50 t/ha);	1040,9a
6. Aldicarb (20 kg/ha), + ASM (100 g p. c./100 L) duas aplicações pulverizadas sobre o plantio	577,3ab
7. Aldicarb (20 kg/ha) + fertilizante silicatado (600 kg p. c./ha)	745,9ab
8. Aldicarb (20 kg/ha) + extrato de nim (1%)	652,9ab
9. Torta de filtro (50 t/ha) + ASM (100 g p. c./100 L) duas aplicações pulverizadas sobre o plantio	891,5ab
10. Torta de filtro (50 t/ha) + fertilizante silicatado ( 600 kg p. c./ha)	848,3ab
11. Torta de filtro(50 t/ha) + extrato de nim (1%)	648,3ab
12. Torta de filtro (50 t/ha) + aldicarb (20 kg/ha), + ASM (100 g p. c./100 L) duas aplicações pulverizadas sobre o plantio	634,2ab
13. Torta de filtro (50 t/ha) + aldicarb (20 kg/ha) + silicato de calcio (600 kg p. c./ha)	1044,9a
14. Torta de filtro (50 t/ha) + aldicarb (20 kg/ha) + extrato de nim (1%)	793,7ab
15. ASM (100 g p. c./100 L) pulverizado sobre os rebolos	783,2ab
16. Testemunha	814,7ab
C.V.(%)	77,14

424 Médias seguidas por mesma letra minúscula não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

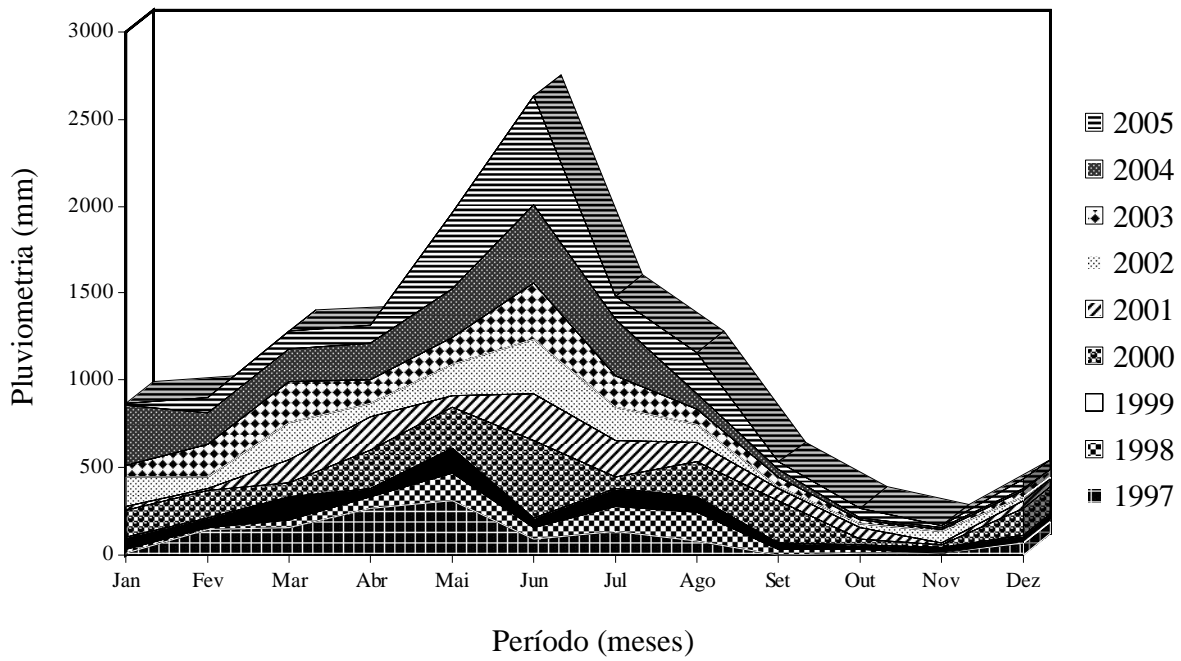


Figura 2. Precipitação pluviométrica da Usina Santa Teresa – Goiana /PE no período de dezembro de 1997 a dezembro de 2005.