



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

SILÍCIO NA PRODUTIVIDADE E NO CONTROLE DA
CIGARRINHA-DAS-RAÍZES *Mahanarva fimbriolata* Stål EM CANA-DE-AÇÚCAR

DALCIMAR REGINA BATISTA WANGEN

DALCIMAR REGINA BATISTA WANGEN

SILÍCIO NA PRODUTIVIDADE E NO CONTROLE DA
CIGARRINHA-DAS-RAÍZES *Mahanarva fimbriolata* Stål EM CANA-DE-AÇÚCAR

Dissertação apresentada à Universidade Federal de
Uberlândia, como parte das exigências do Programa de
Pós-graduação em Agronomia – Mestrado, área de
concentração em Solos, para obtenção do título de
“Mestre”.

Orientador

Prof. Gaspar Henrique Korndörfer

Co-orientador

Prof. Dr. Marcus Vinicius Sampaio

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS – BRASIL
2007

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

W246s Wangen, Dalcimar Regina Batista, 1973-
Silício na produtividade e no controle da cigarrinha-das-raízes
Ma-hanarva fimbriolata Sta1 em cana-de-açúcar / Dalcimar Regina
Batista Wangen. - 2007.
66 f. : il.

Orientador: Gaspar Henrique Korndörfer.
Co-orientador: Marcus Vinicius Sampaio.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia.
Inclui bibliografia.

1. Cana-de-açúcar - Doenças e pragas - Teses. 2. Cana-de-
açúcar - Adubação - Teses. I. Korndörfer, Gaspar Henrique.
II. Sampaio, Marcus Vinicius. IV. Universidade Federal de
Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Agronomia.
III. Título.

CDU: 633.61:632

DALCIMAR REGINA BATISTA WANGEN

SILÍCIO NA PRODUTIVIDADE E NO CONTROLE DA
CIGARRINHA-DAS-RAÍZES *Mahanarva fimbriolata* Stål EM CANA-DE-AÇÚCAR

Dissertação apresentada à Universidade Federal de
Uberlândia, como parte das exigências do Programa de
Pós-graduação em Agronomia – Mestrado, área de
concentração em Solos, para obtenção do título de
“Mestre”.

APROVADA em 28 de março de 2007.

Prof. Dr. Marcus Vinicius Sampaio
(Co-orientador)

UFU

Dra. Suzana Pereira de Melo

UFU

Dr. Wilson Roberto T. Novaretti

ANA – Laboratório de Nematologia
Assessoria e Consultoria Agrônômica

Prof. Dr. Gaspar Henrique Korndörfer
ICIAG-UFU
(Orientador)

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS – BRASIL
2007

DEDICATÓRIA

Aos meus pais (“In memorian”),
Joaquim Batista e Joana Cruvinel Batista.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por tudo o que me tem permitido conquistar ao longo da minha vida.

Aos meus pais, por tudo que foram e representam para mim.

Ao meu esposo, Jeff, pelo carinho, respeito e companheirismo.

Aos meus irmãos, pelo carinho apoio e os momentos compartilhados.

Aos meus sogros, cunhados e sobrinhos, pelo carinho, respeito e apoio.

Ao Professor Dr. Gaspar Henrique Korndörfer, pelo voto de confiança, oportunidade e orientação acadêmica.

Ao Professor Dr. Marcus Vinicius Sampaio, pela valiosa colaboração como co-orientador, especialmente na área de Entomologia.

À Dra. Suzana Pereira de Melo, membro da Banca Examinadora, pela valiosa colaboração na leitura e sugestões.

Ao Dr. Wilson Roberto T. Novaretti, membro da Banca Examinadora, pela atenção e contribuição, fundamentais ao aprimoramento deste trabalho.

Aos diretores da Usina Açucareira Guaíra, por terem possibilitado a realização dos experimentos nas fazendas de sua propriedade.

Aos funcionários da Usina Açucareira Guaíra, em especial ao técnico agrícola Lauro Aparecido e ao Rogério Palhares Alves, pelo suporte na instalação e condução dos experimentos no campo.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia, pelo conhecimento compartilhado, em especial à Professora Dra. Denise Santana, pelo apoio na interpretação das análises estatísticas dos resultados.

Aos colegas do Grupo de Pesquisa sobre Silício na Agricultura - GPSi, pelo apoio na realização dos trabalhos de campo e de laboratório, em especial à Ana Paula dos Santos, Carolina de Brito Dias, Douglas da Silva Santos, Carla Cristina Costa, Felipe Spieezzi Raimbault, Gustavo Alves dos Santos, Robsom Thiago Xavier de Souza, Valter Antônio Silva, Juliana Cristina da Silva, Greicielli Aguilar Sanches e Valéria M. Custódio Santos.

Aos funcionários do Laboratório de Solos do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia, Pércles de Brito Macedo, pelo auxílio no transporte às visitas às áreas experimentais, Andréia da Silva Machado, Eduardo de Oliveira Chagas, Gilda Pereira R. Fernandes, João Batista R. Silva, Manoel Ribeiro

Pires e Marinho Monteiro dos Santos, pelo apoio na realização das análises químicas dos solos e das plantas.

Aos colegas de Pós-graduação, especialmente Ailton Júnio M. Gama, Ana Cristina P. Campos e Lucélia C. Vasconcelos, pela amizade e companheirismo.

Ao Fernando Carlos Naves, pelo auxílio na correção textual deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela bolsa de estudos que possibilitou a execução deste trabalho.

Em suma, a todos aqueles que, de alguma forma, tenham contribuído para a realização deste trabalho.

Muito obrigada!

EPÍGRAFE

“...Tudo vale a pena, se a alma não é pequena...”

Fernando Pessoa.

SUMÁRIO

RESUMO	i
ABSTRACT	ii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1. Cigarrinhas-das-raízes e sua importância como praga da cultura da cana-de-açúcar	3
2.2. Silício no solo e nas plantas	10
2.3. Silício na indução de resistência de plantas a insetos	14
3. MATERIAL E MÉTODOS	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1. Concentração de silício nas folhas, bagaço, caldo e de potássio nas folhas da cana-de-açúcar	31
4.2. População de cigarrinhas-das-raízes na cultura da cana-de-açúcar	33
4.3. Populações de cigarrinhas-das-raízes mortas por fungos entomopatogênicos e artrópodes não alvos	39
4.4. Peso úmido médio por colmo e por planta (folhas + colmos) da cana-de-açúcar	48
4.5. Qualidade dos parâmetros tecnológicos da cana-de-açúcar	50
4.6. Produtividade da cana-de-açúcar	53

4.7. Teores de silício disponível no solo após a colheita da cana-de-açúcar	55
5. CONCLUSÕES	58
REFERÊNCIAS	59

RESUMO

WANGEN, DALCIMAR REGINA BATISTA. **Silício na produtividade e no controle da cigarrinha-das-raízes *Mahanarva fimbriolata* Stål em cana-de-açúcar**. 2007. 66 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Solos) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia¹.

O advento da colheita mecanizada da cana-de-açúcar, sem a queima na pré-colheita, proporcionou ambiente favorável à cigarrinha-das-raízes *Mahanarva fimbriolata* Stål. Anteriormente considerada problema apenas nos canaviais da Região Nordeste, a mesma passou a constituir-se em uma das principais pragas desta cultura na Região Centro Sul. O silício (Si) tem-se mostrado capaz de induzir resistência de plantas a patógenos e insetos pragas. Objetivou-se avaliar o efeito do Si na produtividade e melhoria da qualidade tecnológica da cana-de-açúcar, bem como no controle de cigarrinhas-das-raízes nesta cultura e, também, comparar os efeitos dos tratamentos químico, biológico e da aplicação de Si sobre a população desta praga, no controle biológico natural da mesma por fungos entomopatogênicos e na população de alguns artrópodes não alvos nesta cultura. Dois experimentos foram instalados e conduzidos em área de cultivo comercial de cana-de-açúcar, cultivar SP80-1816, de propriedade da Usina Açucareira Guaíra, em Guaíra-SP. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 8x9x5 (oito tratamentos, nove datas de amostragem e cinco repetições) para as populações de cigarrinhas-das-raízes vivas e mortas por fungos entomopatogênicos os artrópodes não alvos e em blocos casualizados, com oito tratamentos e cinco repetições, para as demais variáveis. Os tratamentos foram Controle, 8,2 L ha⁻¹ de silicato de K (uma aplicação), 16,4 L ha⁻¹ de silicato de K (duas aplicações de 8,2 L ha⁻¹), 24,6 L ha⁻¹ de silicato de K (três aplicações de 8,2 L ha⁻¹), 1000 kg ha⁻¹ de silicato de Ca e Mg, 0,8 kg ha⁻¹ do inseticida thiamethoxan 250WG, 4,0 kg ha⁻¹ do inseticida biológico *Metarhizium anisopliae* (Metsch) Sorokin (arroz esporulado) e 4,0 kg ha⁻¹ de *M. anisopliae* (pó molhável). Entre novembro de 2005 e fevereiro de 2006 foram feitas amostragens de cigarrinhas-das-raízes vivas e mortas por fungos entomopatogênicos e dos artrópodes não alvos. Por volta de onze meses após a instalação dos experimentos colheu-se a cana-de-açúcar e obtiveram-se os dados de produtividade. Verificaram-se aumentos de 105,40%, 117,59% e 124,50% na produtividade desta cultura nos tratamentos submetidos a duas e a três aplicações de 8,2 L ha⁻¹ de silicato de K e de 1000 kg ha⁻¹ de silicato de Ca e Mg, respectivamente. Concluiu-se que houve maior produtividade da cana-de-açúcar com a aplicação de Si em área com menor teor deste elemento no solo; houve aumentos de produtividade da cana-da-açúcar com a aplicação de inseticidas químico e biológico para o controle de cigarrinha-das-raízes; os tratamentos químico, biológico e o silicato de potássio em duas aplicações foliares apresentaram o mesmo desempenho no controle desta praga e os tratamentos químico, biológico em ambas as formulações, e a aplicação de Si não afetaram o controle biológico natural da mesma por fungos entomopatogênicos e a população dos artrópodes não alvos na cultura da cana-de-açúcar.

Palavras-Chave: Controle biológico, controle químico e *Metarhizium anisopliae*

¹Comitê Orientador: Gaspar Henrique Korndörfer - UFU (Orientador) e Marcus Vinicius Sampaio – UFU.

ABSTRACT

WANGEN, DALCIMAR REGINA BATISTA. **Silicon on the productivity and on the control of the spittlebug *Mahanarva fimbriolata* Stål of sugarcane.** 2007. 66 p. Dissertation (Master Program Agronomy/Soil) – Federal University of Uberlândia, Uberlândia¹.

The advent of automated sugarcane harvesting, and its replacement of traditional pre-crop burning, has created a favorable environment for the spittlebug *Mahanarva fimbriolata* Stål. The spittlebug was previously considered a problem just in the sugarcane plantations of northeast Brazil, but it has now become one of the main problems for this culture in the South-central region. Silicon has been shown to be capable of inducing resistance of plants to pathogens and insects. The objectives of this work were to evaluate the effect of Silicon on the productivity and improvement of the technologically measured quality of sugarcane, as well as on the control of the spittlebug in this culture and also to compare the effects of chemical treatment, biological treatment and silicon application on the population of this pest, on the natural biological control of this insect by entomopathogenic fungus and on the population of some non-target arthropods in this culture. Two experiments were installed and conducted on cultivar SP80-1816 at a commercial sugarcane production area owned by Guaíra Sugar Meal, in Guaíra-SP. The experimental delineation was in randomized blocks in factorial outline 8x9x5 (eight treatments, nine sampling dates and five repetitions) for the populations of spittlebugs, spittlebugs killed by entomopathogenic fungus and some arthropods; and in randomized blocks, with eight treatments and five repetitions, for other variables. The treatments were, Control; 8,2 L ha⁻¹ of potassium silicate (one application), 16,4 L ha⁻¹ of potassium silicate (two applications of 8,2 L ha⁻¹), 24,6 L ha⁻¹ potassium silicate (three applications of 8,2 L ha⁻¹), 1000 kg ha⁻¹ calcium and magnesium silicate, 0,8 kg ha⁻¹ of the insecticide thiamethoxan 250 WG, 4,0 kg ha⁻¹ of the biological insecticide *Metarhizium anisopliae* (sporulated rice) and 4,0 kg ha⁻¹ of *M. anisopliae* (wetable powder). Between November 2005 and February 2006 samplings were made of the spittlebugs, spittlebugs killed by entomopathogenic fungus and some arthropods. The analyses of the technological parameters and evaluation of the productivity of the sugarcane were made one year after the installation of the experiments. Increases of 105,40%, 117,59% and 124,50% in the productivity of the sugarcane were verified with two and three applications of 8,2 L ha⁻¹ potassium silicate and 1000 kg ha⁻¹ of calcium and magnesium silicate, respectively, in one of the experiments. It was concluded that there was higher sugarcane productivity with the application of Si in the area with a lower amount of this element in the soil; there were increases in sugarcane productivity with the chemical and biological application of insecticides for the control of the spittlebug; the chemical and biological treatments and potassium silicate in two foliar applications presented the same performance in the control of this insect and the chemical and biological treatments in both formulations and the application of Si did not affect the natural biological control of the spittlebug by the entomopathogenic fungus and the population of the arthropods in sugarcane.

Key-Words: Biological control, chemical control and *Metarhizium anisopliae*

¹Guidance Committee: Gaspar Henrique Korndörfer - UFU (Major Professor) and Marcus Vinicius Sampaio – UFU.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, com produção de 431,41 milhões de toneladas, numa área de 5,84 milhões de hectares, na safra de 2005/2006. A Região Centro-Sul participa com 86,6% do percentual nacional e detém aproximadamente 81,2% da área plantada com esta cultura no país. O estado de São Paulo é o maior produtor, com 61,6% do total produzido, enquanto que as Regiões Norte-Nordeste detêm os 13,4% restantes (CONAB, 2006). A área plantada com cana-de-açúcar no Brasil aumentou 6%, elevando-se de 5,84 milhões de hectares no ciclo 2005/2006 para 6,19 em 2006/2007. Esse crescimento se deveu à ocupação de áreas não utilizadas pela pecuária e pelo plantio de grãos (FNP ONLINE, 2006).

No entanto, boa parte da produção da cana-de-açúcar no país é perdida em decorrência do ataque, principalmente de pragas, dentre as quais, a cigarrinha-das-raízes *Mahanarva fimbriolata* Stål. Historicamente, a cigarrinha-das-raízes é conhecida como praga dos canaviais da Região Nordeste. Entretanto, com o advento da colheita mecanizada, sem a queima prévia da palhada, a mesma tem causado enormes prejuízos, especialmente na Região Centro-Sul, maior produtora canavieira do país (GONÇALVES et al., 2003). Seus ataques à cultura da cana-de-açúcar estão cada vez mais frequentes e intensos e causam prejuízos que podem atingir 60% ou mais em produtividade agrícola e na qualidade industrial da matéria-prima (ALMEIDA, 2003).

O controle químico de cigarrinhas-das-raízes na cana-de-açúcar é bastante empregado. No entanto, devido aos elevados custos dos inseticidas e à possibilidade do surgimento de biótipos resistentes aos produtos tradicionalmente empregados, novas alternativas de controle têm sido buscadas. Dentre as opções mais viáveis, podem-se destacar o controle biológico, o controle cultural, o plantio de material com fontes de resistência genética e/ou a indução de resistência de plantas.

A indução de resistência em plantas pode ser obtida a partir da aplicação de produtos químicos ou minerais (CARVALHO, 1998). Evidências recentes sugerem que a deposição de silício (Si) nas plantas leva à formação de uma barreira mecânica capaz de reforçar a resistência das mesmas ao ataque de insetos pragas (LAING; ADANDONON, 2005), além de induzir modificações nas propriedades fisiológicas e bioquímicas, com elevação da produção de substâncias repelentes ou inibidoras por parte das mesmas (MARSCHNER, 1995).

A cana-de-açúcar é uma das gramíneas que mais extraem Si do solo (PRADO et al., 2003), com respostas favoráveis à adubação silicatada, particularmente em solos pobres deste elemento. Não obstante seu importante papel como indutor de resistência ao ataque de pragas e doenças, o Si desempenha diversas outras funções benéficas nessa cultura, dentre as quais, o aumento da eficiência fotossintética e maior tolerância a déficits hídricos, com reflexos na produtividade (KORNDÖRFER et al., 2002), além de promover alívios de danos causados por geadas, além de promover melhoria na arquitetura das plantas (SAVANTE et al., 1999).

Apesar da diversidade de estudos comprobatórios da importância do Si como elemento benéfico para a cana-de-açúcar e como agente indutor de resistência da mesma a pragas, não há relatos de trabalhos que envolvam o emprego do mesmo na indução de resistência desta cultura às cigarrinhas-das-raízes. Dessa forma, objetivou-se avaliar o efeito do Si na produtividade e melhoria da qualidade tecnológica da cana-de-açúcar, bem como no controle de cigarrinhas-das-raízes nesta cultura. Procurou-se, também, comparar os efeitos dos tratamentos químico, biológico e da aplicação de Si sobre esta praga, assim como no controle biológico natural da mesma por fungos entomopatogênicos e na população de alguns artrópodes não alvos nesta cultura.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Cigarrinha-das-raízes e sua importância como praga da cultura da cana-de-açúcar

As cigarrinhas da cana-de-açúcar são insetos sugadores pertencentes à ordem Hemiptera e à família Cercopidae (GARCIA, 2002). As espécies *Mahanarva posticata* Stål e *M. fimbriolata* são as principais pragas da cultura da cana-de-açúcar. A primeira é conhecida como cigarrinha-das-folhas, por atacar a parte aérea das plantas, e a segunda como cigarrinha-das-raízes, cujo ataque localiza-se principalmente nas primeiras raízes ao nível do solo (ALVES, 1998).

Os adultos de cigarrinhas-das-raízes medem cerca de 13 mm de comprimento por 6 a 7 mm de largura. São de coloração castanho avermelhada (PASSOS, 1973), com as tégminas orladas de preto, e percorridas por uma faixa longitudinal da mesma cor. As fêmeas apresentam as tégminas mais escuras que as dos machos (GALLO et al., 2002) (FIGURA 01). No entanto, é comum variação de cores, com ocorrência de insetos de coloração castanho-escura, quase negros, e outros de cor vermelha bastante clara ou rosados, com faixas ligeiramente mais escuras nas asas (DINARDO-MIRANDA, 2003).

O ciclo vital de cigarrinhas-das-raízes na Região Centro-Sul inicia-se em setembro/outubro, quando as ninfas começam a emergir dos ovos diapáusicos, logo após as primeiras chuvas da primavera, com o pico populacional de ninfas ocorrente em dezembro/janeiro e redução significativa a partir de abril, com o final das chuvas. No entanto, apesar da flutuação populacional desse inseto seguir de maneira geral tal modelo, podem ocorrer variações, principalmente em função de regimes de chuvas. Assim, em regiões nas quais ocorre um período de estresse hídrico em janeiro/fevereiro, as populações das mesmas podem reduzir-se nessa época e voltar a crescer em seguida. Dessa forma, há dois picos populacionais: um principal em dezembro/janeiro e outro menor em março. Por outro lado, em locais ou anos úmidos, o período de ocorrência da praga estende-se ligeiramente (DINARDO-MIRANDA, 2003).

Os ovos de cigarrinhas-das-raízes são depositados nas bainhas próximas as bases das touceiras, nos resíduos vegetais e na superfície do solo. A fecundidade média é de 340 ovos por fêmea (GARCIA; BOTELHO, 2005). Segundo estes mesmos autores, cerca de vinte dias após a postura ocorre a eclosão das ninfas, as quais são inicialmente ativas e movimentam-se em busca de alimento. Ao entrarem em contato com os colmos

e radículas da cana-de-açúcar, fixam-se nas mesmas para sugarem a seiva. Enquanto alimentam-se, produzem uma espuma, da qual ficam cobertas (FIGURA 02).



FIGURA 01. Adultos de *M. fimbriolata*.
FONTE: Dinardo-Miranda (2005).



FIGURA 02. Espuma produzida por ninfas de cigarrinhas-das-raízes.
FONTE: Dinardo-Miranda (2005).

Essa espuma esbranquiçada, semelhante à de sabão, envolve a base da touceira, serve de proteção às ninfas e permite constatar-se a infestação desse inseto na lavoura. Após quatro ecdises emergem-se os adultos, que passam a medir cerca de 10 mm de comprimento e migram-se para a parte aérea da planta, onde passam a viver e sugar os colmos por um período aproximado de 20 dias (GALLO et al. (2002).

As ninfas de cigarrinhas-das-raízes, ao se alimentarem nas raízes da cana-de-açúcar, retiram nutrientes e água. Consequentemente surgem plantas menores, amareladas, com menos perfilhos e eventualmente secas (NOVARETTI et al., 2001). As perfurações dos tecidos pelos estiletes infectados provocam contaminações por microorganismos na seiva e levam à deterioração nos pontos de crescimento do colmo e, gradualmente, dos entrenós inferiores até às raízes subterrâneas e podem até mesmo causar a morte dos mesmos. Os adultos, ao alimentarem-se, pela sucção da seiva na

parte aérea das plantas, injetam toxinas que levam ao surgimento de pequenas manchas amarelas nas folhas, que posteriormente tornam-se avermelhadas e finalmente opacas, com conseqüente redução da capacidade fotossintética destas e do conteúdo de sacarose do colmo (EL-KADI, 1977). Em decorrência do referido ataque, pode ocorrer o secamento das folhas e posterior morte das plantas (NOVARETTI et al., 2001). Segundo estes mesmos autores, os adultos são os responsáveis pelos maiores danos.

Os colmos mortos e secos diminuem a capacidade de moagem e, como muitas vezes estão rachados e deteriorados, os contaminantes dificultam a recuperação de açúcar e inibem a fermentação, com redução dos rendimentos industriais e dificuldade de obtenção de açúcar de qualidade (DINARDO-MIRANDA et al., 2004a). Conforme DINARDO-MIRANDA et al., (2004b), na ausência de cigarrinhas-das-raízes o canavial em estudo produziu cerca de 37% a mais de açúcar. Em outro experimento, com a variedade de cana SP80-1816, Dinardo-Miranda et al. (2002) observaram queda de 45% na produtividade de açúcar devido ao ataque de cigarrinhas-das-raízes. Dinardo-Miranda e Ferreira (2004) verificaram queda significativa nos valores de Brix, do Pol e da pureza do caldo da cana com o comprometimento dos colmos por essa praga.

O monitoramento de cigarrinhas-das-raízes é imprescindível para decidir-se sobre a estratégia de controle, uma vez que a detecção da primeira geração permite alcançar resultados mais eficientes (MACEDO, 2003). O nível de dano econômico (NDE) dessa praga é considerado de quatro insetos por metro para canaviais colhidos no final de safra e de doze insetos por metro para aqueles colhidos no início de safra. Isso porque os canaviais colhidos em início de safra (até julho) suportam populações maiores de mesma (DINARDO-MIRANDA, 2003), provavelmente porque as plantas estão mais desenvolvidas e com vários entrenós quando do seu ataque. Além disso, os mesmos passam por curto período de estresse hídrico entre o final da época de ocorrência dessa praga e a colheita, enquanto que os campos colhidos a partir do meio e final de safra sofrem o ataque quando as plantas estão ainda pouco desenvolvidas, além de passarem por longo período de estresse hídrico até à colheita, o que dificulta a recuperação das plantas e faz com que os danos provocados sejam acentuados em tais condições (DINARDO-MIRANDA et al., 2001).

O nível de controle (NC) varia conforme o método escolhido. Assim, ao se fazer uso de produtos químicos, de ação inicial mais rápida, o NC pode ser bem próximo do NDE. Porém, quando do emprego de produtos de ação inicial mais lenta, como

inseticidas biológicos, o NC deverá ser suficientemente baixo para impedir que as infestações da cigarrinha alcancem o NDE (DINARDO-MIRANDA, 2003). Quando do emprego do fungo *Metarhizium anisopliae* (Metsch) Sorokin, o NC é de um inseto por metro linear ou logo que se observarem as primeiras ninfas no canavial nos meses de setembro/outubro (ALMEIDA, 2003a).

Dentre os principais métodos de controle de cigarrinhas-das-raízes em cana-de-açúcar citam-se os métodos físico, cultural, biológico e o químico (MACEDO; MACEDO, 2005). Como método cultural, pode-se fazer o afastamento mecânico ou a retirada da palha da linha da cana. Com isso, a mesma fica mais seca e as cigarrinhas-das-raízes expostas à irradiação solar e, conseqüentemente, mortas pelo método físico de controle. Essa ação contribui para manter baixas as populações dessa praga durante todo o seu período de ocorrência, desde que suas infestações não sejam muito elevadas. Outra prática do método físico seria a queima na pré-colheita do canavial, o que reduz as infestações da mesma, por eliminar a palha e matar parte dos ovos em diapausa. No entanto, em algumas situações, tal prática é de uso bastante restrito por força da legislação ambiental (DINARDO-MIRANDA, 2003).

No que concerne ao método de controle biológico de cigarrinhas-das-raízes, devem-se adotar medidas que visem a manter e/ou aumentar as populações dos seus inimigos naturais. São conhecidas as ações dos parasitóides de ovos *Anagrus urichi* Pickles e *Acmopolynema herwali* Gomes, do predador de ninfas *Salpingogaster nigra* Schiner e dos fungos entomopatogênicos *Batkoa apiculata* (Thaxter) Humber e *M. anisopliae* (GARCIA; BOTELHO, 2005). Há também relatos da ocorrência do controle biológico natural da mesma por nematóides. Porém são ainda bastante escassos os estudos conclusivos que recomendam esses agentes como alternativa de controle dessa praga (LEITE et al., 2003). Atualmente, o método biológico mais empregado no controle da cigarrinha baseia-se em aplicações, com diferentes formulações do fungo *M. anisopliae*, associadas, ou não, ao controle químico (GARCIA; BOTELHO, 2005).

Segundo Alves (1998), na região canavieira do Estado de Alagoas, no período de 1977 a 1991, foram pulverizados com *M. anisopliae* 670.000 ha de cana-de-açúcar infestada pela cigarrinha-das-folhas *M. posticata*, o que resultou em redução de aproximadamente 72% nos índices de sua infestação, com conseqüente diminuição do emprego de inseticidas químicos para o seu controle. A área tratada com inseticidas químicos nessa região correspondia a 150.000 ha ano⁻¹ e caiu para cerca de

30.000 ha ano⁻¹ com o incremento da aplicação do fungo. Nos últimos anos essa média foi de aproximadamente 12.000 ha ano⁻¹, o que corresponde a menos de 10% da área tratada inicialmente. Essa redução do uso de inseticidas químicos foi determinante na compatibilização do controle integrado das pragas da cana-de-açúcar, com contribuição para a proteção dos parasitóides liberados para o controle da broca *Diatraea* spp., bem como daqueles de ocorrência natural.

A estratégia utilizada nesse método de controle consiste na incrementação, já que o fungo *M. anisopliae* encontra-se normalmente presente na área. O inóculo, proveniente das aplicações do fungo ou de propágulos das diferentes fontes, contamina as primeiras ninfas ou adultos. Assim, os adultos contaminados, ao morrerem, caem no interior do cartucho foliar das plantas de cana ou nas bainhas das folhas das mesmas. O fungo esporula-se sobre o cadáver do inseto e os conídios são transportados para as outras plantas pela ação da água e/ou do vento. Dessa forma, atingem as ninfas recém eclodidas, muitas das quais morrem e dão origem aos focos primários da doença, enquanto outras se desenvolvem em adultos contaminados que disseminam a mesma pelo canavial. A partir daí, ocorrem focos secundários e a doença espalha-se com ampla ocorrência sobre a população de cigarrinhas (ALVES, 1998).

De acordo com esse mesmo autor, o desenvolvimento da doença inicia-se com a germinação e penetração dos conídios no tegumento do inseto, num período de dois a três dias, enquanto a colonização dá-se entre dois e quatro dias e as esporulações em dois a três dias, conforme as condições de temperatura e umidade do ambiente. Assim, o ciclo da doença completa-se entre oito e dez dias. Em condições de campo o patógeno necessita de umidade relativa elevada para causar epizootia, sendo a faixa de temperatura favorável entre 25 e 27 °C.

Atualmente, o fungo *M. anisopliae* encontrado no comércio é multiplicado em grãos de arroz e pode ser adquirido no mesmo ou em esporos isolados (DINARDO-MIRANDA, 2005). Os isolados do fungo variam conforme as unidades produtoras, assim como a dose aplicada, que é de 1,0 a 10,0 kg ha⁻¹ de arroz esporulado. A quantidade de esporos também é variável por grama de arroz e pode ser aplicada uma ou várias vezes durante o período de ocorrência da praga, em pulverizações de calda contendo os esporos lavados do arroz ou pela distribuição direta dos grãos no campo. Devido à tamanha variação, o emprego do fungo nem sempre mostra resultados animadores (DINARDO-MIRANDA, 2003).

Almeida (2001) recomenda a aplicação do fungo *M. anisopliae* na concentração de 1×10^8 a 5×10^8 conídios por grama de arroz esporulado, correspondente a cerca de 1×10^{12} a 5×10^{12} ha⁻¹, aplicados na vazão de 300,0 a 400,0 L ha⁻¹ de água, com a utilização de trator com bicos em pingente e jato dirigido para a soca da cana. O mesmo autor sugere fazer-se a aplicação preferencialmente após as 16:00 h para evitar-se a alta incidência de raios ultravioleta, com a possibilidade de chegar-se à madrugada, período em que a umidade relativa está alta e a temperatura mais amena, o que facilita o controle microbiano com o fungo. A aplicação aérea ainda está em estudo, porém essa poderá ser utilizada com vazão de 50,0 a 70,0 L ha⁻¹, com gotas grandes e altura de 2,0 m da cultura. A calda com esporos do fungo deve ser preparada no máximo 1:00 h antes da aplicação, pois os esporos em contato com a água podem germinar e até morrer por falta de meio de cultura.

Almeida et al. (2004a), ao avaliarem o controle de cigarrinhas-das-raízes com o fungo *M. anisopliae* sob diferentes concentrações e números de aplicações em cana-de-açúcar, concluíram que a dose de 1,0 kg de arroz esporulado nos meses de novembro e dezembro, com três aplicações quinzenais, com auxílio de pulverizador mecanizado, bico tipo leque e vazão de 400,0 L ha⁻¹ de calda, manteve a população da cigarrinha sob controle durante o período de novembro a abril, correspondente ao seu ciclo biológico.

Dinardo-Miranda et al. (2004b), ao estudarem a eficiência de diferentes doses e número de aplicações de inseticida biológico proveniente de *M. anisopliae*, com vistas ao controle de cigarrinhas-das-raízes em cana-de-açúcar, em cinco experimentos conduzidos nos municípios de Guaíra, Iracemápolis e Tarumã, no estado de São Paulo, obtiveram resultados promissores somente no ensaio conduzido no município de Tarumã, onde o fungo mostrou-se eficiente, com redução de até 91,2% da população da praga em estudo, com o emprego de duas aplicações de 1,0 kg ha⁻¹ de arroz esporulado, cada. De acordo com estes mesmos autores, a eficiência do fungo nesse local deveu-se às temperaturas mais amenas da região, o que teria permitido o desenvolvimento do ciclo das relações parasita/hospedeiro, uma vez que em Guaíra e Iracemápolis as temperaturas médias foram de 0,5°C a 3°C superiores às de Tarumã. Conforme Dinardo-Miranda (2005), embora controle biológico deva ser priorizado, aplicações de *M. anisopliae* às vezes mostram resultados pouco satisfatórios, especialmente sob altas infestações iniciais da cigarrinha-das-raízes. Nestes casos, o controle químico é o mais eficaz (DINARDO-MIRANDA, 2005).

O emprego de defensivos naturais ou químicos para o controle de cigarrinha-das-raízes deve ser feito somente em casos de superpopulações, de forma a buscar-se manter o equilíbrio biológico (ALMEIDA, 2001). Segundo Dinardo-Miranda (2005), o controle químico constitui-se em ferramenta bastante valiosa no programa de manejo desta praga, especialmente em canaviais colhidos a partir de agosto, os quais sofrem os maiores danos devido ao ataque da mesma e naqueles severamente infestados. Conforme esta mesma autora, os inseticidas registrados para o seu controle na cultura da cana-de-açúcar são thiamethoxan 250WG, na dose de 0,6 a 1,0 kg ha⁻¹, imidacloprid 480SC, de 1,5 a 1,8 L ha⁻¹ e aldicarb 150G, de 10,0 a 12,0 kg ha⁻¹.

Macedo e Macedo (2005) relataram que produtos como o aldicarb, bastante utilizados no passado, têm cedido espaço ao thiamethoxan e imidacloprid. Ainda de acordo com esses mesmos autores, pesquisas recentes têm indicado que os melhores ganhos em termos de controle e produtividade com aplicações desses produtos têm sido obtidos com uma única aplicação dos mesmos, com intervalo entre a 1ª e 2ª geração da praga, assim que esta atinge o nível de controle.

Resultados de pesquisas de campo, com vistas a avaliar-se a influência da época de aplicação de inseticidas químicos para o controle de cigarrinhas-das-raízes na qualidade e na produtividade da cana-de-açúcar, mostraram que o controle realizado até dezembro resultou em incrementos significativos de produtividade da cultura (DINARDO-MIRANDA et al. 2004c). Segundo estes mesmos autores, embora alguns inseticidas tenham reduzido as populações dessa praga, quando aplicados em janeiro e em doses menores, não ocorreram incrementos significativos de produtividade, possivelmente porque a mesma já havia danificado irreversivelmente a cultura.

Conforme Macedo et al. (2003), uma crítica que se faz ao controle químico é a possibilidade desse método ocasionar desequilíbrios biológicos ao agroecossistema da cana-de-açúcar, com prejuízos ao controle biológico natural de nesta cultura.

Dinardo-Miranda (2003) verificou redução significativa da população de cigarrinha-das-raízes, com incrementos de produtividade e de açúcar variedade de cana SP80-1816 infestada, em média, com 9,8 cigarrinhas m⁻¹, com a aplicação de thiamethoxan 250WG na dose de 1,0 kg ha⁻¹. Dinardo-Miranda e Ferreira (2004), ao avaliarem o desempenho de inseticidas no controle de cigarrinhas-das-raízes em cana-de-açúcar, observaram que somente o produto thiamethoxan manteve-se eficiente até 90 dias após a aplicação, enquanto que os demais inseticidas testados não superaram 50 dias de eficácia.

Devido à grande extensão das áreas cultivadas com cana-de-açúcar, são observadas muitas variações a respeito de condições edafoclimáticas, tratos culturais, variedades, nível populacional de cigarrinhas-das-raízes, dentre outros fatores que interferem na eficiência de medidas de controle. Desta forma, o manejo bem sucedido dessa praga deve englobar todas as ferramentas disponíveis, pois, para cada situação, uma delas se mostrará mais adequada. Dificilmente uma única ferramenta de controle será eficiente em todas as condições de cultivo (DINARDO-MIRANDA, 2003).

2.2. Silício no solo e nas plantas

O Si é o segundo elemento mais abundante na crosta terrestre (TISDALE et al., 1985), em seguida ao oxigênio. Sua concentração média na litosfera é de 27%, com variação entre 23% e 35% nos solos, onde ocorre principalmente no mineral inerte das areias, o quartzo (SiO_2), bem como na caulinita e em outros elementos de argila (RAIJ, 1991).

Embora o conteúdo de Si nos solos minerais seja normalmente alto, pouco dele está disponível para as plantas, devido à sua baixa solubilidade (ESSER, 2002). Além disso, cultivos sucessivos podem reduzir ainda mais o seu teor disponível no solo, a ponto de ser necessária uma fertilização silicatada suplementar para a obtenção da produtividade máxima. Alguns solos, no entanto, contêm pouco Si disponível no seu estado nativo. Tais solos são tipicamente muito intemperizados, lixiviados, ácidos e com baixa saturação por bases (DATNOFF et al., 2001). Esser (2002) relatou que áreas tropicais úmidas, com solos altamente intemperizados são, conseqüentemente, pobres em Si. Para Matichenkov e Bocharnikova (2001) a adubação silicatada é necessária em todos os solos, exceto naqueles com altos teores desse elemento, como os solos vulcânicos jovens ou oriundos de zonas com um tipo de morfologia extremamente acumulativa do mesmo.

Com a intemperização dos minerais, o Si forma na solução do solo, sob pH abaixo de 9,0, o ácido monossilícico (H_4SiO_4), o qual pode ser adsorvido por óxidos de Fe e Al (FAQUIM, 1994). Outras fontes de Si para o solo são decomposição dos resíduos vegetais, dissociação do ácido silícico polimérico, liberação do Si dos óxidos e hidróxidos de Fe e Al, adição de fertilizantes silicatados e água de irrigação. Os principais drenos incluem precipitação do Si em solução com formação de minerais,

polimerização do ácido silícico, lixiviação, adsorção em óxidos e hidróxidos de Fe e Al e absorção do mesmo pelas plantas (LIMA-FILHO et al., 1999).

As plantas absorvem o Si da solução do solo e o transporta via xilema, sob a forma de ácido monossilícico. Sua distribuição nos tecidos vegetais relaciona-se diretamente à taxa transpiratória dos diferentes órgãos da planta, com variação, também, conforme a espécie. Assim, no grupo das acumuladoras de Si, com 10 e 15% de SiO_2 , o qual inclui as gramíneas como arroz e cana-de-açúcar, alguns cereais e poucas dicotiledôneas, há maior concentração desse elemento na parte aérea. Já nas não acumuladoras, como a maioria das dicotiledôneas, com menos de 0,5% de SiO_2 , sua distribuição é uniforme em algumas espécies, enquanto que em outras há maior acúmulo nas raízes. O Si acumulado na planta encontra-se, em sua maior proporção, na forma de sílica amorfa hidratada ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) (FAQUIM, 1994).

Segundo Raij (1991), as concentrações de Si nas gramíneas chegam a ser de 10 a 20 vezes maiores do que nas dicotiledôneas. Isso se dá pelo fato das gramíneas absorverem o Si da solução do solo de forma passiva, ou seja, o mesmo acompanha o fluxo de água que penetra nas raízes, ao passo que nas dicotiledôneas há mecanismos que evitam a absorção de quantidades elevadas do mesmo.

Dentre as múltiplas funções do Si em benefício das plantas, citam-se o seu papel na complexação do alumínio presente na solução do solo, com formação de Al-Si, e conseqüente redução da sua toxidez. Nas raízes, o Si polimeriza-se em sílica, a qual age na redução da captação de manganês pelas plantas e alivia, por conseguinte, estresses causados por esse elemento. Além disso, o Si melhora a disponibilidade de fósforo no interior dos tecidos vegetais, com conseqüente redução da deficiência do mesmo para as plantas (MA; TAKAHASHI, 2002).

A deposição de sílica no caule das plantas aumenta sua resistência e previne o acamamento, enquanto que nas folhas, assim como nas raízes, modifica a distribuição do manganês, reduz sua toxidez e a transpiração da planta, com alívios de estresses hídricos e salinos, além de contribuir para a manutenção das folhas eretas e diminuir os efeitos causados pelo excesso de nitrogênio, bem como aumentar a resistência das plantas a estresses bióticos (MA; TAKAHASHI, 2002).

Em geral, os benefícios do Si para as plantas são melhores observados em culturas que o acumulam de modo ativo, isso porque, muitos dos mesmos são expressos por meio do acúmulo desse elemento nas folhas e/ou nos ramos (MA et al., 2001). A ausência de aparente resposta à fertilização silicatada por parte das plantas não significa

que o Si não influencie no crescimento das mesmas, pois, muitas vezes, o solo contém esse elemento em abundância e supre seu requerimento para o crescimento saudável da maioria das espécies. Neste caso, seus efeitos serão mais óbvios sob condições de estresse (MA; TAKAHASHI, 2002).

Aumentos na disponibilidade de Si no solo são normalmente acompanhados por acréscimo da concentração desse elemento nas plantas, com resultados positivos no crescimento e na produtividade de diversas gramíneas, especialmente arroz, cana-de-açúcar, sorgo, milho, braquiária, aveia, trigo e milho, e algumas espécies não-acumuladoras como soja, feijão, tomate, morango e pepino. O acúmulo de sílica nos órgãos de transpiração leva à formação de uma dupla camada de sílica logo abaixo da epiderme, a qual age como barreira mecânica contra a invasão de fungos e insetos (KORNDÖRFER et al., 2005a).

O metassilicato de potássio aplicado via pulverização foliar é utilizado na Europa, principalmente por produtores de pepino e roseiras, para o controle de míldio Lima-Filho et al. (1999). Acredita-se que o Si aplicado nas folhas das plantas se deposite na superfície das mesmas e desempenhe papel semelhante àquele retirado pelas raízes, o que pode ser útil para culturas com absorção desse elemento de modo passivo ou rejeitivo (ALVAREZ; DATNOFF, 2001). Segundo estes autores, o Si aplicado dessa forma pode ser responsável por efeitos protetores contra estresses bióticos, pela prevenção contra a penetração física por insetos e/ou por tornar as células das plantas menos suscetíveis à degradação enzimática por fungos patogênicos.

Há, atualmente, considerável número de pesquisas que sugerem que o aumento das concentrações de Si em plantas possa elevar a resistência destas a doenças e a insetos. Um grupo de pesquisadores da universidade de KwaZulu-Natal, Pietermaritzburg na África do Sul, têm empreendido pesquisas nesse campo, com buscas a interações sinérgicas entre agentes de controle biológico e Si para o controle de doenças e insetos pragas. As doenças alvos incluem, *Pythium* e *Rhizoctonia* em alface hidropônica, pepino e repolho, *Fusarium* em trigo e banana, ferrugem asiática em soja, *Cercospora* em beterraba, míldio em diversas culturas, doenças pós-colheita em citros, damping off em milho e nematóides. Dentre as pragas alvos estão os ácaros, a traça-das-crucíferas, o bicudo do algodoeiro, larvas de coleópteros (corós) e lagartas do gênero *Helicoverpa* Hardwick. Já pesquisadores do Sugar Research Institute, também na África do Sul, estão engajados em estudos a respeito dos efeitos da aplicação de Si

sobre os danos da broca do colmo da cana-de-açúcar *Eldana saccharina* Walker (LAING, 2005).

Lorini (2001) e Lorini et al. (2001) relataram o efeito benéfico do Si no controle de pragas de grãos armazenados. Estes autores verificaram que pós à base de terra de diatomáceas, com dióxido de sílica como principal ingrediente, mostraram-se eficientes na redução de infestação de pragas de grãos de milho e cevada. A sílica presente nesse produto tem a capacidade de desidratar os insetos e até matá-los em período variável de um a sete dias, conforme a espécie-praga.

Buck et al. (2005), ao estudarem o efeito da aplicação foliar de silicato de potássio no controle da brusone na cultura do arroz verificaram que, embora não tenha havido absorção do produto pelas folhas das plantas, a incidência da doença foi reduzida com o aumento das doses de silicato de potássio. Já, Nolla et al. (2005) observaram redução significativa da incidência de *Cercospora* na cultura da soja até aos 79 dias após a emergência da cultura, com a aplicação de silicato de cálcio no solo.

Lima Filho et al. (2005) demonstraram que a aplicação de doses de Si em solução nutritiva reduziu gradualmente os sintomas de oídio em plantas de trigo, além de promover uma diminuição na atividade de enzimas antioxidantes, geralmente produzidas pelas plantas sob condições de estresse e acréscimo na síntese de fenóis, produtos químicos relacionados com a defesa das plantas. Conforme estes mesmos autores, a redução na atividade das enzimas antioxidantes sugere um efeito protetor de natureza mecânica por parte do Si, ao passo que o aumento na síntese de fenóis nas plantas com altas concentrações do mesmo pode estar relacionado a um provável mecanismo de resistência de natureza química.

A cana-de-açúcar apresenta concentrações elevadas de Si, entre 0,14% em folhas jovens até 6,7% nos colmos e folhas velhas (KORNDÖRFER; DATNOFF, 1995) e responde favoravelmente à adubação silicatada, particularmente em solos pobres de Si. O monocultivo dessa cultura possui enorme potencial de remoção desse elemento do solo, a qual pode alcançar 300 kg ha⁻¹ do mesmo para produção de 100 t ha⁻¹ de cana ou mesmo a 500 kg ha⁻¹, em situações onde a produtividade é mais elevada. Nessas condições o ácido monossilícico presente nos solos é rapidamente absorvido pela cana-de-açúcar e os teores de Si dos mesmos podem diminuir rapidamente (KORNDÖRFER et al., 2002). Conforme estes mesmos autores, a adubação silicatada da cana-de-açúcar resulta em aumento da eficiência fotossintética e da resistência ao ataque de pragas e doenças e à maior tolerância à falta de água durante os períodos de

baixa umidade do solo, com reflexos em maior produtividade. Para Savante et al. (1999), o Si pode promover alívios de danos causados por geada e melhoria na arquitetura dessa cultura. No Havaí, as folhas de cana-de-açúcar com concentrações de Si inferiores a 0,5% são frequentemente afetadas por um sintoma denominado "freeckling", cuja causa é ainda bastante controversa. Porém, a maioria dos pesquisadores atribui-na à falta de Si e desequilíbrios nutricionais. O sintoma é mais severo nas folhas mais velhas e a área fotossintética é fortemente atingida (KORNDÖRFER; DATNOFF, 1995).

Prado e Fernandes (2000) demonstraram que a aplicação de escória de siderurgia, produto à base de silicato de cálcio, reduziu significativamente a senescência das folhas de cana-de-açúcar de 35,6% para 26,9%. Para esses mesmos autores, o uso do aludido material como fonte de Si para essa cultura pode incrementar ainda mais sua taxa fotossintética, em razão do prolongamento da vida útil das folhas, com reflexos na produtividade. Korndörfer et al. (2002) relataram que em Maurício, na África, o uso de silicato de cálcio na dose de 7,1 t ha⁻¹ proporcionou aumentos de produção durante ciclo de avaliação de seis anos da cana-de-açúcar. Para Kingston et al. (2005), os vários resultados positivos dos efeitos do Si para essa cultura indicam claramente que o mesmo deveria ser tratado como parte integral das práticas de fertilização associada ao cultivo da mesma.

2.3. Silício na indução de resistência de plantas a insetos

Os nutrientes minerais e os elementos benéficos favorecem o crescimento e a produção das plantas, além de poderem exercer efeitos secundários sobre estas, como o aumento ou a diminuição na resistência e/ou na tolerância destas a patógenos ou a pragas. Isso se dá devido a mudanças no padrão de crescimento, na morfologia, na anatomia e particularmente na composição química das mesmas, o que pode caracterizar-se pelo surgimento de células epidérmicas mais espessas e elevado grau de lignificação e/ou silificação, além de modificações nas propriedades fisiológicas e bioquímicas, a partir de maior produção de substâncias repelentes ou inibidoras por parte das plantas (MARSCHNER, 1995).

O Si é elemento benéfico para as plantas, capaz de aumentar significativamente a resistência das mesmas aos insetos pragas, com conseqüentes aumentos na produção, principalmente em variedades suscetíveis (LAING; ADANDONON, 2005). Ao ser

acumulado pelas plantas, o Si proporciona mudanças anatômicas nos seus tecidos, como o surgimento de células epidérmicas mais espessas, em decorrência da deposição de sílica (SILVEIRA; HIGASHI, 2003), o que resulta na formação de uma barreira mecânica capaz de dificultar o ataque de insetos sugadores e mastigadores (EPSTEIN, 1999), além de poder atuar como ativador da expressão de reações de defesa natural destas por meio da produção de compostos fenólicos, dentre outras substâncias químicas (LAING; ADANDONON, 2005). O Si pode também agir de forma localizada, como ácido monossilícico, e promover reações de defesa em células induzidas com contribuição para o sistema de resistência com o aumento da produção de hormônios (FAUTEUX et al., 2005).

Goussain et al. (2002) relataram a ocorrência de maior mortalidade e de canibalismo em grupos de lagartas de *Spodoptera frugiperda* Smith ao final do 2º ínstar, e de lagartas individualizadas no 2º e 6º ínstar, quando estas foram alimentadas com folhas de plantas de milho tratadas com Si. Outra observação foi um acentuado desgaste das mandíbulas das lagartas nos seis ínstar, quando do consumo de folhas com maiores concentrações de Si por parte destas. Segundo estes mesmos autores, a aplicação desse elemento pode dificultar a alimentação das lagartas, com reflexos no aumento de mortalidade e canibalismo por parte das mesmas e, portanto, tornar as plantas de milho mais resistentes ao seu ataque. Neri et al. (2005) também verificaram redução na preferência e no dano, bem como aumento da mortalidade dessa mesma praga quando estas foram alimentadas com plantas de milho tratadas com Si associado ao regulador de crescimento de insetos, lufenuron, em condições de laboratório e casa de vegetação.

O Si tem induzido resistência a insetos em muitas espécies de plantas, especialmente nas gramíneas. Segundo Carvalho (1998), a deposição de mesmo nas folhas e caule de plantas de sorgo afetou negativamente a preferência e o desenvolvimento do pulgão-verde *Schizaphis graminum* Rondani, além de reduzir em quase 50% sua reprodução. Basagli et al. (2003) relataram que a aplicação foliar de silicato de sódio em plantas de trigo reduziu a preferência, a longevidade e a reprodução desse mesmo inseto nessa cultura. Conforme estes mesmos autores, o número de ninfas nas folhas tratadas com Si foi 85% menor do que no tratamento controle, sem Si, em testes de preferência, enquanto que a produção de ninfas por fêmeas desenvolvidas sobre folhas tratadas com Si foi 80% menor que daquelas desenvolvidas sobre folhas

não tratadas. Tais resultados sugerem que houve indução de resistência das plantas de trigo a esse inseto praga.

Goussain et al. (2005) também verificaram efeito adverso do Si sobre o desenvolvimento do pulgão-verde em plantas de trigo. De acordo com estes mesmos autores, houve redução no tempo de prova, ou seja, retirada mais freqüente dos estiletes das plantas por parte dos pulgões, além de redução na excreção de *honeydew*, o que indica menor taxa de ingestão ou maior retenção de seiva no corpo do inseto.

Gomes et al. (2005) relataram que a fertilização com silicato de cálcio em plantas de trigo infestadas artificialmente com essa praga reduziu significativamente a população da mesma. Segundo estes autores, a menor colonização pelo afídeo foi observada no tratamento com inoculação de pulgão associada à fertilização silicatada, ao passo que a maior colonização ocorreu no tratamento controle, sem Si e sem inoculação. Já os tratamentos com apenas inoculação com pulgão ou fertilização silicatada tiveram infestações intermediárias. Ainda, de acordo com esses mesmos autores, verificou-se maior atividade das enzimas peroxidases (POX) e polifenoloxidasas (PPO), ambas associadas à defesa das plantas, no tratamento com Si associado à inoculação das plantas de trigo com o pulgão. Tal fato sugere a síntese de compostos de defesa das plantas contra a ação de agentes externos.

Moraes et al. (2004), ao estudarem a influência do Si na interação tritrófica, plantas de trigo, pulgão-verde e seus inimigos naturais, o predador *Chrysoperla externa* (Hagen) e o parasitóide *Aphidius colemani* Viereck, verificaram que a aplicação de silicato de sódio no solo e nas folhas reduziu a preferência e a reprodução do pulgão em relação ao tratamento controle. De acordo com estes mesmos autores, o número médio de ninfas produzidas nas plantas tratadas com silicato de sódio no solo e foliar foram 41,9% e 47,1%, respectivamente, menores do que no controle. Padrão similar foi evidenciado para o número de pulgões adultos. Não foi observado nenhum efeito indireto da aplicação do Si nas características biológicas tanto do predador quanto do parasitóide, o que sugere possível ocorrência de interação positiva entre resistência de plantas e controle biológico. Costa et al. (2005) relataram que a aplicação de Si associada ao inseticida acibenzolar-s-methyl reduziu a infestação de *S. graminum* em plantas de trigo.

A aplicação de metassilicato de sódio resultou no decréscimo da incidência das principais pragas da cultura do arroz. A ocorrência das espécies de cigarrinhas *Sogatella furcifera* Horvath, *Nilaparvata lugens* Stal, das lagartas

enroladeira-das-folhas *Omiodes indicata* Fabricius e elasmopálpus *Elasmopalpus lignosellus* Zeller por planta de arroz foi reduzida a 1,8%, 1,7%, 7,6%, 6,3%, respectivamente (BALASUBRAMANIAM et al., 2005). Thomas et al. (2005) relataram que a adição de silicato de potássio na dose de 200 mg L⁻¹ induziu resistência de plantas de crisântemo à larva minadora *Liriomyza trifolii* Burgess. Korndörfer et al. (2005b) relataram que o acúmulo de Si em plantas da espécie *Davilla elliptica* (Dilleniaceae) St. Hil resultou em folhas mais duras e com maior número de tricomas, com reflexos na redução da herbivoria por parte de insetos.

A aplicação de silicato de cálcio na dose de 5000 kg ha⁻¹, correspondente a 500 kg ha⁻¹ de Si, aumentou significativamente a resistência da cana-de-açúcar à broca do colmo *E. saccharina*, com redução média de 19,3% e 33,7% na massa e no dano da mesma, respectivamente. Também foi possível verificar maior benefício do tratamento com Si nas variedades suscetíveis do que nas resistentes (KEEPING; MEYER, 2000). O emprego de Si na dose de 1200 kg ha⁻¹ elevou significativamente a resistência dessa cultura a essa mesma praga, com redução média de 27,9% a 41,7% no seu dano e de 13,5% a 43,9% na sua sobrevivência. Verificou-se, ainda, tendência de decréscimo na susceptibilidade com o aumento das doses de Si nos tratamentos dentre as variedades suscetíveis (KEEPING; MEYER, 2003).

Keeping e Meyer (2006) relataram redução de 14% a 26% na massa e de 37% a 59% na sobrevivência dessa mesma broca, com a aplicação de Si na cana-de-açúcar. Segundo estes mesmos autores, ao considerar-se a dose mais alta do produto aplicado, o dano dessa praga foi reduzido, em média, de 34% nas cultivares suscetíveis e de 26% nas resistentes, o que suporta o argumento de que as cultivares suscetíveis se beneficiam mais dos tratamentos com Si do que as resistentes.

Estudo sobre o sinergismo entre Si e o estresse hídrico na resistência de cultivares de cana-de-açúcar à *E. saccharina* evidenciou que o acúmulo de Si nos colmos da cana reduziu a massa, a sobrevivência e o dano da broca, especialmente nas cultivares suscetíveis a essa praga, sob condições de estresse hídrico. O aumento da resistência promovido pelo Si foi tal, que o desempenho e o dano do inseto às plantas aproximaram-se daqueles das cultivares resistentes, o que mostra que o Si aumenta a resistência de plantas hospedeiras de insetos pragas sob estresse hídrico.

Keeping e Meyer (2005a) verificaram que a aplicação de Si em cana-de-açúcar pode compensar o efeito do nitrogênio sobre o aumento da susceptibilidade dessa cultura à roca do colmo. Segundo estes autores, na ausência de Si, o tratamento com nitrogênio

(N) aumentou a suscetibilidade, em média, em 68% e 208% para a menor e maior dose, respectivamente, ao considerarem-se todas as variedades. Ainda conforme estes mesmos autores, a aplicação de 200,0 kg ha⁻¹ de Si teve impacto significativo na redução dos efeitos promovidos pelo N na sobrevivência e no dano da broca, com redução média de 47% no número de colmos brocados no conjunto das variedades suscetíveis. A máxima redução na porcentagem de colmos brocados no tratamento com Si foi, em média, de 70%, 39% e 35% para as doses de N mais baixa, intermediária e mais alta, respectivamente.

A indução de resistência em plantas tem boas perspectivas, principalmente por ser de baixo custo e causar menor impacto ambiental do que o uso de inseticidas. Além de poder ser obtida rapidamente, em genótipos suscetíveis e, portanto, naqueles que já possuem boas características agronômicas (CARVALHO, 1998). Sua aplicação, portanto, constitui-se num componente viável do manejo integrado de pragas, pois não deixa resíduo de inseticida nos alimentos ou no meio ambiente, além disso, pode ser facilmente integrado com outras práticas de manejo, inclusive o controle biológico (LAING; ADANDONON, 2005).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos foram instalados e conduzidos em área de cultivo comercial de cana-de-açúcar, com a cultivar SP80-1816, suscetível à cigarrinha-das-raízes (DINARDO-MIRANDA et al., 2002), submetida à colheita crua mecanizada. As duas áreas experimentais situaram-se na Fazenda Rosário GII, de propriedade da Usina Açucareira Guaíra, no município de Guaíra, SP. O solo das áreas foi classificado como Latossolo Vermelho, textura muito argilosa. Os experimentos, denominados Experimento I e Experimento II, foram instalados nos dias 21/06/05 e 04/07/06, aos 77 e 90 dias, respectivamente, após o sexto corte da cana-de-açúcar. Os Experimentos I e II situaram-se, respectivamente, no Talhão 244 e 248 da fazenda.

Antes da instalação dos experimentos coletaram-se amostras de solo para análise do teor de Si solúvel nas duas áreas experimentais. Foram coletadas cinco amostras compostas, as quais se constituíram de cinco sub-amostras, uma retirada da linha e quatro das entrelinhas de cultivo, nas profundidades de 0-20 cm e de 20-40 cm. As amostras compostas foram levadas ao Laboratório de Análise de Fertilizantes do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia, onde foram colocadas para secar. Após a secagem, as mesmas foram passadas em peneira de 2 mm e, em seguida, submetidas à análise (TABELA 01).

TABELA 01. Teores de silício disponível¹ nas amostras do Latossolo Vermelho, coletadas nas áreas experimentais I e II, anteriormente à instalação dos experimentos.

Amostras	Experimento I (Talhão 244)		Experimento II (Talhão 248)	
	0-20 cm	20-40 cm	0-20 cm	20-40 cm
	----- mg dm ⁻³ -----			
01	12,6	11,4	10,5	6,9
02	10,7	10,3	7,6	7,9
03	11,8	10,1	7,8	9,6
04	12,1	11,5	9,1	9,4
05	12,8	11,7	9,0	8,7
Média	12,0	11,0	8,8	8,5

¹Silício solúvel: Extrator: CaCl₂ 0,01 mol L⁻¹.

As caracterizações químicas dos solos onde os experimentos foram instalados encontram-se nas TABELAS 02 e 03. Como as duas áreas experimentais foram

fertirrigadas com vinhaça (média de $120 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$), isso explica o fato de se observar valores altos de K e S, principalmente (TABELA 02). Os teores de K de ambos os solos apresentavam-se muito acima daqueles considerados ótimos para a cultura da cana-de-açúcar (RAIJ et al., 1997). Isso foi feito propositalmente, a fim de eliminar-se possível interferência do K proveniente do silicato de potássio aplicado nas folhas, sobre a nutrição e produção desta cultura.

TABELA 02. Caracterização química das amostras do Latossolo Vermelho, coletadas anteriormente à instalação dos experimentos.

Prof. cm	pH H ₂ O 1:2	S-SO ₄ .. mg dm ⁻³ ..	P .. mg dm ⁻³ ..	K .. mg dm ⁻³ ..	Al .. mg dm ⁻³ ..	Ca .. mg dm ⁻³ ..	Mg .. mg dm ⁻³ ..	H+Al .. cmol _c dm ⁻³ ..	SB .. cmol _c dm ⁻³ ..	t .. cmol _c dm ⁻³ ..	T .. cmol _c dm ⁻³ ..	V .. %	m .. dag kg ⁻¹	M.O. .. dag kg ⁻¹
----- Experimento I (Talhão 244) -----														
0-20	6,3	17,0	5,0	0,8	0,0	3,8	1,2	5,3	5,8	5,8	11,1	52,0	0,0	3,1
20-40	6,0	15,0	5,7	0,9	0,0	4,5	1,3	3,4	5,7	6,7	10,1	66,0	0,0	3,4
----- Experimento II (Talhão 248) -----														
0-20	6,0	24,0	11,5	0,9	0,0	4,1	1,3	4,0	6,3	6,3	10,4	61,0	0,0	3,7
20-40	5,9	30,0	8,2	0,8	0,0	4,0	1,2	4,5	6,1	6,0	10,6	57,0	0,0	3,5

Extratores: P, K = HCl 0,05 N + H₂SO₄ 0,025 N; S-SO₄ = Ca (H₂PO₄)₂ 0,01 mol L⁻¹; Al, Ca, Mg = KCl 1 N; H + Al = Acetato de cálcio 0,5 M; SB = Soma de bases; t = CTC efetiva; T = CTC a pH 7,0; V = Sat. por bases; m = Sat. por Al; M.O. Walkley – Black.

TABELA 03. Teores de micronutrientes nas amostras do Latossolo Vermelho coletadas anteriormente à instalação dos experimentos.

B	Cu	Fe	Mn	Zn
..... mg dm ⁻³				
----- Experimento I (Talhão 244) -----				
0,19	4,80	13,00	17,10	0,60
0,17	5,20	15,00	21,70	0,90
----- Experimento II (Talhão 248) -----				
0,22	7,80	22,00	31,60	1,40
0,19	8,00	17,00	25,00	1,50

Extratores: B = BaCl₂.2H₂O a 0,125% à quente; Cu, Fe, Mn, Zn = DTPA 0,005 M + CaCl₂ 0,01 M + TEA 0,1 M a pH 7,3.

Em ambas as áreas experimentais os teores de argila foram superiores a 60%, o que indica solo com maior capacidade de retenção de água (TABELA 04).

TABELA 04. Análise granulométrica das amostras do Latossolo Vermelho das áreas experimentais I e II.

Atributos	Experimento I (Talhão 244)		Experimento II (Talhão 248)	
	0-20 cm	20-40 cm	0-20 cm	20-40 cm
	----- g kg ⁻¹ -----			
Areia	169	177	123	64
Silte	211	204	242	286
Argila	620	619	635	650

Análise realizada pelo método da pipeta (Embrapa, 1979).

Cada unidade experimental foi representada por cinco linhas de cana-de-açúcar, espaçadas entre si em 1,4 m, com 15 m de comprimento, com um total de 105 m² de área útil. Os blocos foram separados entre si por três linhas de cultivo, a fim de eliminar possíveis efeitos dos tratamentos de um bloco sobre o outro.

Anteriormente à aplicação dos tratamentos, coletaram-se amostras da palhada da cana-de-açúcar sobre o solo, em ambas as áreas experimentais. Cada amostra foi retirada de uma área equivalente a 4,2 m² de superfície de solo, colocada em saco plástico e pesada. Retiraram-se 05 amostras por área experimental. A partir das mesmas obteve-se o peso médio de palhada por m². As áreas experimentais I e II apresentaram, respectivamente, médias de 2,2 e 4,2 kg m² de palhada.

Os tratamentos aplicados foram: Tratamento 1- Controle (nenhum produto aplicado); Tratamento 2- 8,2 L ha⁻¹ de silicato de potássio via pulverização foliar, em aplicação única, no mês de novembro; Tratamento 3- 16,4 L ha⁻¹ de silicato de potássio via pulverização foliar, em duas aplicações de 8,2 L ha⁻¹ cada, espaçadas de 30 dias, nos meses de outubro e novembro; Tratamento 4- 24,6 L ha⁻¹ de silicato de potássio via pulverização foliar, em três aplicações de 8,2 L ha⁻¹ cada, espaçadas de 30 dias, nos meses de setembro, outubro e novembro; Tratamento 5- 1000 kg ha⁻¹ de silicato de Ca e Mg no solo, sem incorporação, quando da instalação dos respectivos experimentos; Tratamento 6- 0,8 kg ha⁻¹ do inseticida químico thiamethoxan 250WG, em aplicação única, no mês de novembro; Tratamento 7- 4,0 kg ha⁻¹ (2x10¹⁴ conídios viáveis ha⁻¹) do inseticida biológico *M. anisopliae* (pó molhável) em duas aplicações de 2,0 kg ha⁻¹ cada, espaçadas de uma semana, no mês de novembro e Tratamento 8- 4,0 kg ha⁻¹

(2×10^{12} conídios viáveis ha^{-1}) do inseticida biológico *M. anisopliae* (arroz esporulado), em duas aplicações de $2,0 \text{ kg ha}^{-1}$ cada, espaçadas de uma semana, também em novembro (TABELA 05). Os tratamentos foram definidos e baseados na hipótese de que o Si aplicado no solo e foliar poderia substituir parcial ou totalmente o controle químico ou biológico de cigarrinha-das-raízes na cultura da cana-de-açúcar.

Os experimentos foram conduzidos em delineamento de blocos casualizados, em esquema fatorial $8 \times 9 \times 5$ (oito tratamentos, nove datas de amostragem e cinco repetições) para as variáveis, população de cigarrinhas-das-raízes vivas e mortas pela ação de fungos entomopatogênicos, bem como para os artrópodes não alvos. Para as demais variáveis empregou-se o delineamento de blocos ao acaso, com oito tratamentos e cinco repetições.

TABELA 05. Tratamentos, concentrações, formulações e doses dos produtos aplicados nos Experimentos I e II.

Tratamentos	Concentração	Formulação	Dose p.c.*	Dose i.a.**
1. Controle	-	-	-	-
2. Silicato de Potássio (uma aplicação de $8,2 \text{ L ha}^{-1}$)	12,25%	Solução aquosa	$8,2 \text{ L ha}^{-1}$	$1,0 \text{ kg ha}^{-1}$
3. Silicato de Potássio (duas aplicações de $8,2 \text{ L ha}^{-1}$)	12,25%	Solução Aquosa	$16,4 \text{ L ha}^{-1}$	$2,0 \text{ kg ha}^{-1}$
4. Silicato de Potássio (três aplicações de $8,2 \text{ L ha}^{-1}$)	12,25%	Solução Aquosa	$24,6 \text{ L ha}^{-1}$	$3,0 \text{ kg ha}^{-1}$
5. Silicato de Ca e Mg (uma aplicação de 1.000 kg ha^{-1})	23,00%	Pó	1000 kg ha^{-1}	230 kg ha^{-1}
6. Thiamethoxan 250WG (uma aplicação de $0,8 \text{ kg ha}^{-1}$)	250 g kg^{-1}	WG	$0,8 \text{ kg ha}^{-1}$	$0,68 \text{ kg ha}^{-1}$
7. <i>M. anisopliae</i> Pó molhável (duas aplicações de $2,0 \text{ kg ha}^{-1}$)	5×10^{10} Conídios g^{-1}	Pó molhável	$4,0 \text{ kg ha}^{-1}$	2×10^{14} conídios ha^{-1}
8. <i>M. anisopliae</i> arroz esporulado (duas aplicações de $2,0 \text{ kg ha}^{-1}$)	5×10^8 conídios g^{-1}	Arroz esporulado	$4,0 \text{ kg ha}^{-1}$	2×10^{12} conídios ha^{-1}

* p.c.: Produto comercial, ** i.a.: Ingrediente ativo.

O silicato de cálcio e magnésio (silicato de Ca e Mg) apresentava-se na formulação em pó, com a seguinte composição química PRNT: 75-90%, CaO: 42%, MgO: 12%, SiO₂: 23%, P₂O₅: 0,4%, K₂O: 0,2%, SO₄: 4,4%, Fe: 8,5%, Mn: 1,4%, Mo: 0,4 mg kg⁻¹ e Zn: 0,1 mg kg⁻¹. O mesmo foi aplicado de uma só vez, manualmente, na linha da cana, sobre a palhada e sem incorporação (FIGURA 03).

O silicato de potássio foi aplicado nos tratamentos 2, 3 e 4 via pulverização foliar, com o auxílio de um pulverizador costal manual, provido de bico tipo leque, com vazão de 300,0 L ha⁻¹ de calda (FIGURA 04). Para o preparo da solução, adicionou-se a dose do silicato de potássio ao volume de água necessário para pulverizar cada parcela experimental e misturou-se, até completa homogeneização. A primeira, segunda e terceira aplicações da dose de 8,2 L ha⁻¹ de silicato de potássio no tratamento 4 foram efetuadas, respectivamente, nos dias 20/09/05, 20/10/05 e 20/11/05. A primeira e segunda aplicações das mesmas doses do produto no tratamento 3 foram feitas, respectivamente, nos dias 20/10/05 e 20/11/05, e a aplicação única da dose de 8,2 L ha⁻¹ no tratamento 2 foi realizada no dia 20/11/05.

Os tratamentos 6, 7 e 8 foram aplicados no mês de novembro, depois de constatada infestação da cana-de-açúcar pela cigarrinha-das-raízes. Para tanto, empregou-se metodologia sugerida por Dinardo-Miranda (2003), a qual consistiu na tomada de dois pontos de 2 m de sulco por hectare, onde se fez o afastamento da palha entre os colmos, com disposição da mesma na entrelinha, a fim de expor os pontos de espuma onde encontravam-se as ninfas e eventuais adultos da praga. Em seguida, fez-se a retirada das mesmas da região radicular, com auxílio de uma fina haste metálica de aproximadamente 25 cm de comprimento, seguida de sua contagem.

Anteriormente à aplicação dos inseticidas químico e biológico, no dia 22/11/05, fez-se amostragem para avaliar a densidade populacional de cigarrinhas-das-raízes vivas e mortas pela ação de fungos entomopatogênicos, bem como dos artrópodes não alvos em cada uma das parcelas experimentais (pré-avaliação). Para tanto, escolheu-se, arbitrariamente, um ponto de 1,0 m de sulco em cada das três linhas centrais das parcelas experimentais, num total de três pontos por parcela, onde se contaram as ninfas e os adultos de cigarrinhas-das-raízes vivas e mortas por fungos entomopatogênicos, bem como os artrópodes não alvos. Para a contagem das ninfas e os adultos de cigarrinhas-das-raízes vivas e mortas por fungos entomopatogênicos empregou-se a mesma metodologia para a constatação da infestação da praga na lavoura. Contaram-se, também, todos os artrópodes presentes na área de onde se afastou a palhada.

Após a pré-avaliação, aplicaram-se os inseticidas químico e biológico nos respectivos tratamentos. A solução com o inseticida químico foi preparada a partir da adição da dose do mesmo ao volume de água necessário para pulverizar cada parcela experimental, seguida de mistura até completa homogeneização. Para sua aplicação, empregou-se um pulverizador costal manual, provido de bico tipo leque e vazão de 300,0 L ha⁻¹ de calda, com 50% do jato dirigido para o colmo e 50% para a base da cana, sobre a palhada (FIGURA 05).



FIGURA 03. Distribuição do silicato de Ca e Mg no solo
Detalhe: aplicação manual do mesmo.



FIGURA 04. Pulverização foliar do silicato de K.



FIGURA 05. Aplicação das soluções contendo o fungo *M. anisopliae* e o inseticida thiamethoxan 250WG.

Os tratamentos 7 e 8, referentes às aplicações dos inseticidas biológicos provenientes do fungo entomopatogênico *M. anisopliae*, nas suas respectivas formulações, foram submetidos a duas aplicações, espaçadas de uma semana. Em cada aplicação empregaram-se 2,0 kg ha⁻¹ do respectivo produto comercial (num total de 4,0 kg ha⁻¹ do mesmo). A primeira e a segunda aplicação foram efetuadas nos dias 22/11/05 e 29/11/05, respectivamente, em ambos os experimentos.

Conforme planejamento experimental estes dois tratamentos consistiriam de aplicação única de 2,0 kg ha⁻¹ das respectivas formulações dos inseticidas biológicos. No entanto, nos dias que se sucederam à primeira aplicação dos mesmos, não choveu conforme previsto, e a temperatura permaneceu e elevada umidade relativa do ar baixa, o que poderia ter prejudicado ou mesmo inviabilizado o desenvolvimento do fungo. Por conseguinte, na semana que se seguiu, as condições climáticas mostravam-se mais favoráveis (temperaturas amenas e chuva), efetuou-se uma segunda aplicação da dose de 2,0 kg ha⁻¹ das respectivas formulações do inseticida biológico nestes tratamentos, em ambos os experimentos.

As soluções provenientes dos respectivos inseticidas biológicos foram aplicadas com o auxílio de um pulverizador costal manual, provido de bico tipo pingente e vazão de 300,0 L ha⁻¹ de calda, com o jato todo dirigido para a base da planta, sobre a palhada (FIGURA 05). Para o preparo da solução com o isolado do fungo *M. anisopliae* da formulação pó molhável, procedeu-se a diluição da quantidade do formulado ao volume de água suficiente para a pulverização de cada parcela experimental, com agitação até completa homogeneização. Para o preparo da solução com o isolado de *M. anisopliae* da formulação arroz esporulado, lavaram-se os grãos de arroz ao volume de água necessário para a pulverização de cada parcela experimental, de modo a obter-se o máximo de liberação de esporos na solução, com posterior descarte dos grãos lavados.

As avaliações efetivas para estimarem-se as populações de cigarrinhas-das-raízes vivas e mortas pela ação de fungos entomopatogênicos, bem como dos artrópodes não alvos, foram feitas semanalmente, nas primeiras cinco semanas que se sucederam à aplicação do inseticida thiamethoxan 250WG e da primeira aplicação proveniente dos inseticidas biológicos contendo o fungo *M. anisopliae* (22/11/05). As demais avaliações foram efetuadas quinzenalmente até o dia 07/02/05. Para tanto, adotou-se a mesma metodologia empregada na pré-avaliação. Assim, as avaliações foram efetuadas nas seguintes datas: 22/11/05 (pré-avaliação), 29/11/05, 05/12/05, 13/12/05, 20/12/05, 27/12/05, 10/01/06, 24/01/06 e 07/12/06 (última avaliação). Os artrópodes não alvos

observados em maior número nas duas áreas experimentais foram aranhas (Ordem Araneae), piolhos-de-cobra (Classe Diplopoda) e tesourinhas (Ordem Dermaptera), sendo. Portanto, os mesmos foram considerados nas análises realizadas.

Na semana que se sucedeu à última avaliação, as plantas de cana-de-açúcar das duas áreas experimentais tombaram-se, devido a um vendaval, o que impediu o acesso de pessoas às áreas para que se realizassem outras avaliações.

Em fevereiro de 2006, por volta de oito meses após a instalação dos Experimentos I e II, coletaram-se amostras de tecido foliar de cada parcela experimental de ambos os experimentos para se analisar a concentração de Si. Cada amostra compôs-se de 20 folhas (folhas +1, primeira folha do ápice para a base da planta com o diulép completamente visível). Tais folhas foram levadas ao Laboratório de Fertilizantes da Universidade Federal de Uberlândia, onde foram lavadas em solução de água e detergente neutro e posteriormente enxaguadas em água corrente e, por último, em água destilada. Retirou-se a nervura central de cada uma das folhas e as acondicionou em sacos de papel com furos e as colocou para secar em estufa de circulação de ar, a 65 °C até atingirem o peso constante. Após seco, o material foi moído em moinho tipo Willey e acondicionado em sacos plásticos identificados, até o momento da realização da análise.

Quando da colheita da cana-de-açúcar, coletaram-se, ao acaso, dez plantas seguidas na linha central de cada parcela experimental. Em seguida, as mesmas foram pesadas. Posteriormente, separaram-se folhas (cartucho foliar) e colmo de cada planta, no ponto de quebra do cartucho foliar, após o que, pesaram-se os dez colmos. Para pesagem dos mesmos, empregou-se uma célula de carga de tração, Bonso, Modelo 393, com capacidade para 50 kg. A partir do peso aferido das dez plantas e dos dez colmos obtiveram-se os pesos úmidos médios por planta e por colmo.

Estas dez plantas e colmos foram devidamente identificados e levados ao Laboratório de Análises Tecnológicas da Usina Açucareira Guaíra, para análise dos parâmetros tecnológicos da cana: ATR, AR, Brix da Cana, Brix do Caldo, Fibra da Cana, Pol da Cana, Pol do Caldo, Pureza da Cana, P_2O_5 no Caldo e TPH. Para tanto, adotou-se a metodologia empregada pela Usina Açucareira Guaíra, a qual segue os métodos descritos por Glória e Rodela (1972) e Copersucar (1980). Conforme Fernandes (2003), a definição e terminologia dos parâmetros supramencionados estão descritos abaixo:

ATR (Açúcares totais recuperáveis): representa a quantidade de todos os açúcares da cana na forma de açúcares redutores ou invertidos (ATR), recuperados da cana até o xarope, ou seja, é o resultado da diferença entre o ATR da cana e as perdas na lavagem da mesma, bagaço final, torta dos filtros e “indeterminadas”.

AR (Açúcares redutores): designa os açúcares (glucose e a frutose, principalmente) que apresentam propriedades de reduzir o óxido de cobre do estado cúprico a cuproso.

Brix da Cana: indica a porcentagem dos sólidos solúveis aparentes contidos no caldo absoluto da cana. Pode ser expresso em porcentagem de cana através de cálculo utilizando a porcentagem de fibra da cana.

Brix do Caldo: expressa a porcentagem peso/peso dos sólidos solúveis contidos em uma solução pura de sacarose, ou seja, mede o teor de sacarose na solução. Por consenso, admite-se o brix como a porcentagem aparente de sólidos solúveis contidos em solução açucarada impura, por exemplo, o caldo extraído da cana.

Fibra da Cana: é a matéria insolúvel em água contida na cana.

Pol da Cana: indica toda a sacarose aparente (pol) contida no caldo absoluto da cana. Consiste na pol determinada por sacarimetria no caldo e pode ser expressa em porcentagem de cana através de cálculo utilizando a porcentagem de fibra da cana.

Pol do Caldo: representa a porcentagem aparente de sacarose contida numa solução de açúcares (por exemplo, o caldo da cana), sendo determinada por métodos sacarimétricos (polarímetros e sacarímetros), baseado na propriedade que os açúcares possuem de desviar a luz polarizada, ou seja, aquela que vibra em uma única direção.

Pureza do Caldo: porcentagem de sacarose contida nos sólidos solúveis.

P₂O₅ (fósforo) no Caldo: exerce papel fundamental durante a clarificação, sendo elemento essencial para a obtenção de caldo clarificado de alta qualidade assim como na eficiência do processo fermentativo. Na falta desse elemento em quantidade suficiente, há necessidade de adição de fontes externas para obter caldo clarificado para o processo.

TPH: toneladas de Pol por hectare (produtividade de açúcar por hectare).

Após a prensagem do material oriundo da moagem dos dez colmos para a obtenção do caldo empregado nas análises de alguns dos parâmetros tecnológicos, retirou-se uma amostra de 0,5 kg do bagaço resultante, para ser empregada na análise da concentração de Si no colmo. Esse material foi colocado em saco plástico, devidamente identificado, e enviado ao Laboratório de Fertilizantes do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia, onde foi transferido para saco de papel e colocado para secar em estufa de circulação de ar, a 65 °C, até atingir o peso constante.

Após seco, o mesmo foi moído em moinho tipo Willey e acondicionado em sacos plásticos identificados até ser submetido à análise de Si. Coletou-se 100,0 mL do caldo extraído dos dez colmos de cana de cada amostra empregada na determinação do Brix do caldo. O mesmo foi colocado em recipiente plástico, com tampa, devidamente identificado e acondicionado em caixa de isopor com gelo, de forma a preservarem-se, ao máximo, as propriedades naturais do mesmo. As amostras foram levadas ao Laboratório de Fertilizantes do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia para serem submetidas à análise da concentração de Si no caldo da cana.

Os dez cartuchos foliares retirados das dez plantas de cana-de-açúcar usadas para a obtenção do peso úmido médio por planta, foram desintegrados e, do material obtido, retirou-se amostra de 0,5 kg. Cada amostra foi colocada em saco de papel identificado e levada ao Laboratório de Fertilizantes do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia, onde foi seca em estufa de circulação de ar a 65 °C, até peso constante. Após seco, o material foi novamente moído em moinho tipo Willey e acondicionado em saco plástico para posteriores análises das concentrações de Si e K.

A colheita da cana-de-açúcar das áreas experimentais I e II deu-se nos dias 25/05/06 e 26/05/06, respectivamente. Para a obtenção da produtividade da mesma, cada parcela experimental foi colhida manual e individualmente e, em seguida, os colmos foram pesados, com auxílio de uma célula-de-carga de tração (Técnica D-5000) com capacidade de 1000 kg (FIGURA 06).



FIGURA 06. Pesagem dos colmos da cana (detalhe: célula-de-carga).

Adicionou-se ao peso obtido dos colmos colhidos em cada uma das parcelas experimentais, aquele proveniente das dez canas empregadas nas análises dos

parâmetros tecnológicos. O peso total em kg ha^{-1} foi convertido em t ha^{-1} .

Após a colheita da cana-de-açúcar, coletaram-se amostras de solo de cada parcela experimental para análise do teor de Si disponível. Para tanto, descartou-se 1,0 m das bordas anteriores e posteriores das mesmas. Cada amostra compôs-se de cinco sub-amostras, quatro retiradas da entrelinha e uma da linha de cultivo, na profundidade de 0-20 cm. As mesmas foram levadas ao Laboratório de Fertilizantes do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia, onde foram secas em estufa de circulação forçada a 45 °C, até atingirem peso constante, depois do que foram trituradas manualmente, com o auxílio de um rolo de madeira, passadas em peneira de 2 mm e submetidas à análise.

Para as análises das concentrações de Si nas folhas e no bagaço da cana-de-açúcar empregou-se o Método de Análise de Silício na Planta. Já, para a análise da concentração de silício no caldo adotou-se o Método de Análise de Silício Total no Fertilizante, enquanto que para a análise dos teores de Si no solo aplicou-se o Método de Análise de silício “Disponível” no Solo, os quais envolvem metodologia descrita por Korndörfer et al. (2004). A concentração de K nas folhas foi obtida com base na metodologia proposta por Sarruge e Haag (1974), para a qual empregou a digestão nitro-perclórica e método analítico de fotometria de chama.

Os resultados obtidos foram submetidos a análises de variância, com a aplicação do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000). Quando do Teste F significativo, as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de significância. As eficácias agrônômicas do inseticida thiamethoxan 250WG e do inseticida biológico proveniente do fungo *M. anisopliae* foram calculadas pela fórmula de Henderson e Tilton (HENDERSON; TILTON, 1955). Os níveis de eficácia agrônômica inferiores a 80% são considerados baixos, entre 80 e 90% bons e superiores a 90% altos.

Coletaram-se os dados referentes à precipitação pluviométrica acumulada da Fazenda Rosário G II, no período entre agosto de 2005 e maio de 2006 (FIGURA 07).

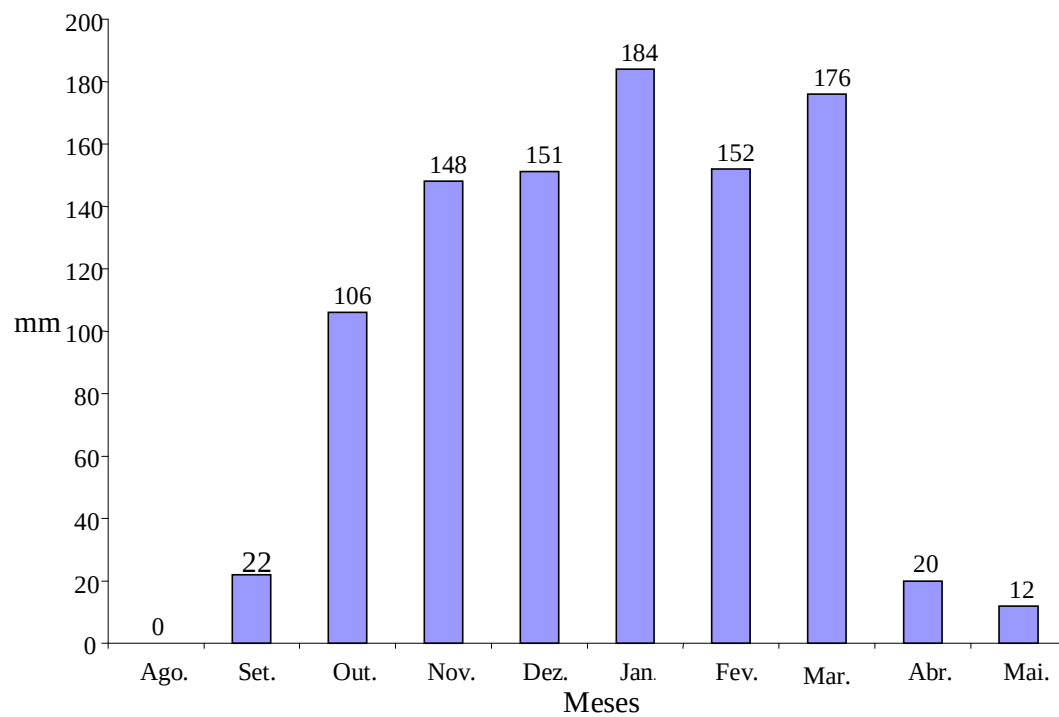


FIGURA 07. Precipitação pluviométrica mensal acumulada da Fazenda Rosário G II, no período entre agosto de 2005 e maio de 2006.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Concentrações de silício nas folhas, bagaço, caldo e de potássio nas folhas da cana-de-açúcar

Não se constatou diferença estatística entre os tratamentos para a concentração de Si nas folhas +1, analisadas em fevereiro de 2006, bem como para as de Si e potássio nas folhas e de Si no caldo e no bagaço da cana-de-açúcar, analisados em março de 2006, nos Experimentos I e II (TABELAS 06 e 07).

TABELA 06. Concentrações de Si nas folhas, bagaço, caldo e de K nas folhas da cana-de-açúcar, cultivar SP80-1816, submetida a diferentes tratamentos e épocas de aplicação. Experimento I.

Tratamentos	Si	Si	Si	Si	K
	folhas*	folhas**	caldo**	bagaço**	folhas**
	----- g kg ⁻¹ -----			-----	
1. Controle	8,9	10,2	0,074	2,8	21,1
2. Silicato de potássio foliar (uma aplicação de 8,2 L ha ⁻¹)	8,5	8,8	0,074	2,3	20,3
3. Silicato de potássio foliar (duas aplicações de 8,2 L ha ⁻¹)	7,7	8,7	0,070	2,4	21,1
4. Silicato de potássio foliar (três aplicações de 8,2 L ha ⁻¹)	8,2	9,1	0,074	2,3	21,3
5. Silicato Ca e Mg no solo (uma aplicação de 1.000 kg ha ⁻¹)	8,2	8,6	0,072	2,3	21,1
6. Thiamethoxam 250WG (uma aplicação de 0,8 kg ha ⁻¹)	8,8	9,0	0,070	2,5	21,0
7. <i>M. anisopliae</i> Pó molhável (duas aplicações de 2,0 kg ha ⁻¹)	7,9	8,4	0,068	2,6	21,1
8. <i>M. anisopliae</i> Arroz esporulado (duas aplicações de 2,0 kg ha ⁻¹)	7,8	8,4	0,070	2,8	20,0
CV (%)	16	13	8	14	5
DMS	NS	NS	NS	NS	NS

NS: Não significativo pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

* Análise realizada em fevereiro de 2006 (cerca de oito meses após a instalação dos Experimentos I e II).

** Análises realizadas em maio de 2006 (cerca de 11 meses após a instalação dos Experimentos I e II).

TABELA 07. Concentrações de Si nas folhas, bagaço, caldo e de K nas folhas da cana-de-açúcar, cultivar SP80-1816, submetida a diferentes tratamentos e épocas de aplicação. Experimento II.

Tratamentos	Si folhas*	Si folhas**	Si caldo**	Si bagaço**	K folhas**
	----- g kg ⁻¹ -----				
1. Controle	11,6	8,1	0,076	2,9	20,6
2. Silicato de potássio foliar (uma aplicação de 8,2 L ha ⁻¹)	11,2	8,0	0,070	2,5	20,1
3. Silicato de potássio foliar (duas aplicações de 8,2 L ha ⁻¹)	10,1	8,0	0,076	2,7	19,8
4. Silicato de potássio foliar (três aplicações de 8,2 L ha ⁻¹)	10,9	8,0	0,074	2,4	20,6
5. Silicato Ca e Mg no solo (uma aplicação de 1.000 kg ha ⁻¹)	10,7	8,0	0,074	2,6	19,2
6. Thiamethoxam 250WG (uma aplicação de 0,8 kg ha ⁻¹)	11,2	9,0	0,072	2,6	20,1
7. <i>M. anisopliae</i> Pó molhável (duas aplicações de 2,0 kg ha ⁻¹)	11,4	8,1	0,074	2,7	20,8
8. <i>M. anisopliae</i> Arroz esporulado (duas aplicações de 2,0 kg ha ⁻¹)	11,2	9,2	0,070	2,7	20,4
CV (%)	13	12	13	16	5
DMS	NS	NS	NS	NS	NS

NS: Não significativo pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

* Análise realizada em fevereiro de 2006 (cerca de oito meses após a instalação dos Experimentos I e II).

** Análises realizadas em maio de 2006 (cerca de 11 meses após a instalação dos Experimentos I e II).

Embora se tenha verificado acréscimo na concentração de Si nas folhas da cana-de-açúcar na análise realizada no mês de fevereiro de 2006, em relação à de março de 2005, no experimento I (TABELA 06), não constatou-se diferença nas concentrações entre os tratamentos.

Os teores médios de Si nos solos, quando da instalação dos experimentos, eram de 12,0 e 11,0 mg dm⁻³ na área experimental I e 8,8 e 8,5 mg dm⁻³ na área II, nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm, respectivamente (TABELA 01). Apesar dos teores de Si no solo da área experimental II terem sido menores em relação aos da I, não se verificou aumento na concentração deste elemento nas plantas, em função das fontes e doses aplicadas, em nenhuma das análises realizadas, também neste experimento (TABELA 07). Os resultados observados nos Experimentos I e II, em relação às fontes

e doses de silicato de Ca e Mg foliar na cultura da cana-de-açúcar concordam com aqueles observados por Buck et al. (2005) que, ao estudarem o efeito de doses de silicato de potássio aplicado nas folhas (0, 200, 400, 800 e 1600 g ha⁻¹ Si) de plantas de arroz, também não verificaram absorção de Si e de K pelas mesmas. No entanto, Kingston et al. (2005) observaram aumento da absorção de Si pela cana-de-açúcar em relação às doses de silicato de cálcio aplicadas no solo. Segundo estes mesmos autores, o tratamento que recebeu aplicação de fonte de Si adquiriu 89,0 kg ha⁻¹ deste elemento do que o tratamento controle. Porém, não se mencionou quais eram os teores de Si no solo por ocasião da aplicação das fontes do mesmo.

A ausência de resposta por parte da cana-de-açúcar ao K presente no silicato de K aplicado nos Experimentos I e II era esperada, uma vez estes foram instalados e conduzidos em áreas com altos teores deste nutriente no solo (áreas fertirrigadas com vinhaça), considerados ótimos para esta cultura (TABELA 02), pois, segundo Raij et al. (1997), teores de K no solo superiores a 0,6 cmol_c são considerados muito altos, o que torna desnecessária adubação potássica. É possível que a absorção deste nutriente pela cana-de-açúcar tenha sido superior à necessidade da mesma (“consumo de luxo”), em todos os tratamentos. Isso foi feito propositalmente, justamente para eliminar possíveis interferências deste nutriente na nutrição e produção desta cultura.

4.2. População de cigarrinhas-das-raízes na cultura da cana-de-açúcar

Não se constatou interação significativa entre os tratamentos e as datas de amostragem para a população da cigarrinhas-das-raízes (ninfas + adultos) na cana-de-açúcar nos Experimentos I e II (TABELAS 08 e 09). Também não se observou diferença estatística entre os tratamentos para a população da mesma no Experimento II. Verificou-se que o tratamento controle deste mesmo experimento apresentou 3,87 cigarrinhas m⁻¹, enquanto que os tratamentos 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8 apresentaram, respectivamente, 3,64; 3,91; 2,98; 3,36; 3,31; 5,13 e 3,32 cigarrinhas m⁻¹ (TABELA 09).

No entanto, o número de cigarrinhas-das-raízes diferiu estatisticamente entre os tratamentos no Experimento I (TABELA 08). Observou-se que o tratamento controle neste experimento apresentou 7,44 cigarrinhas m⁻¹ e foi estatisticamente igual aos tratamentos 2, 3, 4, 5, 7 e 8, os quais apresentaram, respectivamente, 7,53; 6,51; 7,62; 8,09; 5,29 e 7,29 cigarrinhas m⁻¹.

TABELA 08. População de cigarrinhas-das-raízes (ninfas + adultos) por metro linear, na cultura da cana-de-açúcar, cultivar SP80-1816, submetida a diferentes tratamentos e datas de amostragem. Experimento I.

Tratamentos	Número de cigarrinha-das-raízes m ⁻¹ por data de amostragem									Média
	22/11/05*	29/11/05	05/12/05	13/12/05	20/12/05	27/12/05	10/01/06	24/01/06	07/02/06	Geral
1. Controle	6,46	5,00	8,47	9,00	15,27	8,27	7,74	3,60	2,87	7,44 b
2. Silicato de Potássio foliar (uma aplicação de 8,2 L ha ⁻¹)	7,73	3,73	6,70	4,87	19,07	8,80	11,33	3,27	2,93	7,53 b
3. Silicato de Potássio foliar (duas aplicações de 8,2 L ha ⁻¹)	7,20	2,53	7,20	10,67	10,13	6,67	10,00	3,73	0,67	6,51 ab
4. Silicato de Potássio foliar (três aplicações de 8,2 L ha ⁻¹)	7,33	4,27	9,47	8,93	17,27	7,13	10,67	1,80	1,87	7,62 b
5. Silicato de Ca e Mg no solo (uma aplicação de 1.000 kg ha ⁻¹)	7,59	4,27	7,99	12,40	11,87	10,40	13,13	2,40	2,87	8,09 b
6. Thiamethoxan 250 WG (uma aplicação de 0,8 kg ha ⁻¹)	5,99	2,79	4,40	4,93	6,80	4,13	7,07	1,13	0,67	4,18 a
7. <i>M. Anisopliae</i> Pó molhável (duas aplicações de 2,0 kg ha ⁻¹)	6,20	4,53	6,13	6,80	8,27	6,06	6,93	1,33	1,20	5,29 ab
8. <i>M. Anisopliae</i> Arroz esporulado (duas aplicações de 2,0 kg ha ⁻¹)	7,00	4,80	7,87	10,99	9,60	6,87	13,33	3,20	2,40	7,29 b
Média Geral	6,90 BC	4,30 AB	7,25 CD	8,50 CD	12,32 E	7,30 CD	9,98 DE	2,55 A	1,88 A	CV (%): 28

Médias na mesma linha, seguidas de letras iguais, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Médias na mesma coluna, seguidas de letras iguais, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

*Pré-avaliação.

TABELA 09. População de cigarrinhas-das-raízes (ninfas + adultos) por metro linear, na cultura da cana-de-açúcar, cultivar SP80-1816, submetida a diferentes tratamentos e datas de amostragem. Experimento II.

Tratamentos	Número de cigarrinha-das-raízes m ⁻¹ por data de amostragem									Média
	22/11/05*	29/11/05	05/12/05	13/12/05	20/12/05	27/12/05	10/01/06	24/01/06	07/02/06	Geral
1. Controle	0,53	0,67	1,73	1,00	6,20	4,80	13,26	3,80	2,27	3,87 a
2. Silicato de Potássio foliar (uma aplicação de 8,2 L ha ⁻¹)	0,87	2,33	1,53	1,87	5,47	4,67	8,53	4,87	2,46	3,64 a
3. Silicato de Potássio foliar (duas aplicações de 8,2 L ha ⁻¹)	1,40	1,80	3,13	3,33	7,13	4,39	9,87	2,27	1,60	3,91 a
4. Silicato de Potássio foliar (três aplicações de 8,2 L ha ⁻¹)	0,79	0,59	0,73	1,60	6,59	5,13	7,53	2,53	2,13	2,98 a
5. Silicato de Ca e Mg no solo (uma aplicação de 1.000 kg ha ⁻¹)	0,67	0,53	2,20	0,80	4,67	6,33	7,33	3,67	3,53	3,36 a
6. Thiamethoxan 250 WG (uma aplicação de 0,8 kg ha ⁻¹)	2,80	2,87	2,07	1,60	4,27	5,00	8,07	1,80	1,27	3,31 a
7. <i>M. Anisopliae</i> Pó molhável (duas aplicações de 2,0 kg ha ⁻¹)	1,13	1,80	9,20	2,87	8,33	7,34	8,13	4,73	2,33	5,13 a
8. <i>M. Anisopliae</i> Arroz esporulado (duas aplicações de 2,0 kg ha ⁻¹)	1,40	0,39	2,07	1,07	6,67	4,66	8,67	4,07	2,40	3,32 a
Média Geral	1,20A	1,35A	2,83AB	1,78A	6,18C	5,33BC	8,93D	3,50AB	2,55A	CV (%): 33

Médias na mesma linha, seguidas de letras iguais, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Médias na mesma coluna, seguidas de letras iguais, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

*Pré-avaliação.

Observou-se que apenas o tratamento 6, submetido a aplicação única de 0,8 kg ha⁻¹ do inseticida químico thiamethoxan 250WG, no tratamento I, diferiu estatisticamente do tratamento controle, com 4,18 indivíduos m⁻¹ no Experimento (TABELA 8). Porém, o mesmo foi estatisticamente igual aos tratamentos 3 e 5, submetidos, respectivamente, a duas aplicações de 8,2 L ha⁻¹ de silicato de potássio foliar e a duas aplicações de 2,0 kg ha⁻¹ do inseticida biológico *M. anisopliae*, na formulação pó molhável, respectivamente. No entanto, a redução populacional de cigarrinhas-das-raízes pelo inseticida thiamethoxan 250WG, na dose aplicada, neste experimento foi de 44%, considerada baixa para controle químico.

Como se pôde observar, a população de cigarrinhas-das-raízes era de 6,90 indivíduos m⁻¹ quando da aplicação do inseticida químico thiamethoxan 250WG (22/11/05) no Experimento I e 1,20 indivíduos m⁻¹ no Experimento II (TABELAS 08 e 09). Ao considerar-se o nível de controle desta praga da ordem de 12 indivíduos m⁻¹ para canaviais colhidos até julho, quando do emprego de inseticidas químicos (DINARDO-MIRANDA, 2003). Notou-se que, quando da aplicação do inseticida thiamethoxan 250 WG, o número de cigarrinhas-das-raízes no Experimento I estava muito mais próximo do nível de dano econômico do que no Experimento II (TABELAS 08 e 09). Talvez por isso, o inseticida thiamethoxan 250WG tenha mostrado melhor desempenho no experimento I, em relação ao experimento II, onde a população de cigarrinhas-das-raízes estava muito abaixo do nível de dano econômico.

Dinardo-Miranda et al. (2003) também verificaram redução significativa da população de cigarrinha-das-raízes em cana-de-açúcar, com a aplicação de 0,8 kg ha⁻¹ de thiamethoxan 250WG no mês de novembro, quando a infestação média da mesma era de 14,8 insetos m⁻¹. Segundo estes mesmos autores, uma única aplicação dessa dose do inseticida foi suficiente para manter a população da praga em nível inferior ao do tratamento controle por cerca de 140 dias. Almeida et al. (2004b), por sua vez, relataram redução de 78% na população dessa mesma praga, nessa mesma cultura, apenas 30 dias após a aplicação única de 1,0 kg ha⁻¹ de thiamethoxan 250WG no mês de novembro. No entanto, 50 dias a redução foi de 59,3%, considerada baixa para controle químico, e aos 90 dias o produto havia perdido seu efeito residual, sem diferir do tratamento controle.

Verificou-se que a eficácia agrônômica do inseticida thiamethoxan 250WG, na dose de 0,8 kg ha⁻¹, variou entre 39% e 52% até 35 dias após sua aplicação no Experimento I. As maiores eficácias agrônômicas observadas ocorreram aos 63 e 77 dias após a aplicação do produto e foram de 66,0% e 75,0%, respectivamente.

Não se verificou redução significativa da população de cigarrinhas-das-raízes na cana-de-açúcar em nenhum dos tratamentos submetidos a aplicação de silicato de potássio nas foliar e silicato de Ca e Mg no solo, nos Experimentos I e II (TABELAS 08 e 09). Se houve redução da respectiva população para tais tratamentos, a mesma não foi detectada pelas análises aplicadas. Portanto, serão necessários mais estudos para avaliar-se o efeito do Si no controle dessa praga nessa cultura, uma vez que há resultados de pesquisa que evidenciam o efeito deste elemento na redução de danos causados por pragas de importância para a mesma. Keeping e Meyer (2005b) relataram que de quatro tratamentos com aplicação de Si em cana-de-açúcar, três mostraram resultados positivos na redução do dano da broca do colmo. Segundo estes mesmos autores, em um dos experimentos, a redução foi de 31% no número de brocas e 23% no seu, enquanto que em outro, o número de brocas foi reduziu-se, em média, de 45 por 100 colmos, no tratamento sem Si, para 18 por 100 colmos, com a aplicação deste elemento.

Não se verificou redução significativa da população de cigarrinhas-das-raízes na cana-de-açúcar com as aplicações do inseticida biológico proveniente do fungo *M. anisopliae*, em nenhuma das duas formulações estudadas (arroz esporulado ou pó molhável), durante o período de amostragem, em ambos os experimentos (TABELAS 08 e 09). Também, neste caso, se houve redução da referida população, a mesma não foi detectada pelas análises aplicadas. Tais resultados contrastam com aqueles relatados por Almeida et al. (2004a), que verificaram eficiência do fungo *M. anisopliae* na manutenção da população dessa mesma praga sob controle entre novembro a abril, com três aplicações quinzenais de 1,0 kg ha⁻¹ de arroz esporulado (em calda), nos meses de novembro e dezembro. Almeida et al. (2004b) também observaram redução de 65% na população de cigarrinhas-das-raízes 30 dias após a aplicação de 2,0 kg ha⁻¹ do isolado de *M. anisopliae*, no mês de novembro. No entanto, segundo estes mesmos autores, 60 dias da aplicação do produto, seu efeito já não diferia do tratamento controle.

Verificou-se que a população média de cigarrinhas-das-raízes no Experimento I era de 6,90 indivíduos m⁻¹, quando da primeira aplicação do inseticida biológico provenientes do fungo *M. anisopliae* (22/11/05) (TABELA 08). Esse valor é considerado muito acima do nível de controle, quando do emprego deste fungo, pois, segundo Dinardo-Miranda (2003), em função da ação inicial lenta do mesmo, em relação aos inseticidas químicos, ele deve ser usado preferencialmente em áreas cujas infestações de cigarrinhas-das-raízes estejam entre 0,5 e 1,00 insetos m⁻¹, para que o que apresente bom desempenho.

É possível que o baixo desempenho desse produto verificado no Experimento I, tenha ocorrido pelo fato de o mesmo ter sido aplicado quando o nível populacional de cigarrinhas-das-raízes estava muito acima do nível de controle preconizado para esse método. Conforme se verificou para o tratamento 6, o inseticida químico thiamethoxan 250WG reduziu em 44% a população dessa praga, ao ser aplicado quando sua população era de 6,90 insetos m^{-1} , considerada bem mais próxima do nível de controle preconizado para o método químico, que é pouco inferior a 12 insetos m^{-1} para canaviais colhidos até julho, segundo Dinardo-Miranda (2003).

Apesar da população de cigarrinha-das-raízes no Experimento II ter sido de 1,20 indivíduos m^{-1} (Tabela 09), bem mais próximo do nível de dano econômico para o controle biológico, quando da primeira aplicação do fungo *M. anisopliae*, não verificou-se redução significativa de sua população. Observou-se que as eficácias agrônômicas dos inseticidas biológicos provenientes do fungo *M. anisopliae*, em ambas as formulações, também foram baixa neste experimento, com variações entre 6,0% e 61,5% para a formulação pó molhável e 0,0% e 42,0% para o arroz esporulado, desde suas aplicações até 77 dias após.

Em relação à flutuação populacional de cigarrinhas-das-raízes, verificou-se que sua população média era de 6,90 insetos m^{-1} no Experimento I e 1,20 insetos m^{-1} no Experimento II, quando da pré-avaliação e dia da primeira aplicação dos inseticidas biológicos provenientes do fungo *M. anisopliae* e aplicação única do inseticida químico thiamethoxan 250WG (22/11/05) (TABELAS 08 e 09). A mesma elevou-se a partir das últimas semanas do mês de dezembro, em ambos os experimentos e atingiu o ápice em dezembro/janeiro, com média de 12,32 indivíduos m^{-1} no Experimento I (TABELA 08) e 8,93 indivíduos m^{-1} no Experimento II (TABELA 09), verificados nas amostragens dos dias 20/12/05 e 10/01/06, respectivamente. A partir do final de janeiro e início de fevereiro, verificou-se declínio significativo do número de indivíduos, o qual atingiu médias de 1,88 m^{-1} no Experimento I e 2,25 m^{-1} no Experimento II, quando da última amostragem, realizada no dia 07/02/06.

Conforme Dinardo-Miranda (2003), o ciclo vital das cigarrinhas-das-raízes inicia-se em setembro/outubro, atinge o ápice em dezembro/janeiro e reduz-se a partir de abril, com o final das chuvas e início do frio. No entanto, segundo esta mesma autora, se houver estresse hídrico em janeiro/fevereiro, sua população se reduz nesse período e volta a crescer em seguida. Dessa forma, podem ocorrer dois picos populacionais, um principal em dezembro/janeiro e outro menor em março.

Conforme se observou nos Experimentos I e II, o pico populacional da mesma ocorreu em dezembro/janeiro, em concordância com os relatos esta autora e reduziu-se a partir do final de janeiro e início de fevereiro, apesar de não ter-se verificado déficit hídrico neste período, na fazenda onde os experimentos foram conduzidos (FIGURA 07).

4.3. Populações de cigarrinhas-das-raízes mortas por fungos entomopatogênicos e artrópodes não alvos

Não se verificou interação significativa entre os tratamentos e as datas de amostragem para as populações de cigarrinhas-das-raízes mortas por fungos entomopatogênicos e dos artrópodes não alvos amostrados (aranhas, piolhos-de-cobra e tesourinhas) na cana-de-açúcar, em ambos os experimentos (TABELAS 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 e 17).

Não se observou diferença estatística entre os tratamentos para as populações de aranhas e tesourinhas nos Experimentos I e II (TABELAS 12, 13, 16 e 17) e de cigarrinhas-das-raízes mortas por fungos entomopatogênicos e de piolhos-de-cobra no Experimento II (TABELAS 11 e 15). Verificou-se, no Experimento I, que a população de aranhas variou entre 0,27 e 0,76 indivíduos 15 m^{-1} (TABELA 12) e de tesourinha entre 0,13 e 44 indivíduos 15 m^{-1} (TABELA 16). No Experimento II, as populações de cigarrinhas-das-raízes mortas por fungos entomopatogênicos, aranhas, piolhos-de-cobra e tesourinhas variaram entre 0,09 e 0,36; 0,44 e 1,07; 0,36 e 0,76 e 0,09 e 0,27 indivíduos 15 m^{-1} , respectivamente (TABELAS 11, 13, 15 e 17).

No entanto, constatou-se diferença estatística entre os tratamentos para as populações de cigarrinhas-das-raízes mortas por fungos entomopatogênicos e de piolhos-de-cobra no Experimento I (TABELAS 10 e 14). Contudo, a maior população de cigarrinhas-das-raízes mortas por fungos entomopatogênicos ocorreu no tratamento controle e consistiu de 0,18 indivíduos 15 m^{-1} (TABELA 10). Embora os tratamentos 3, 5, 6 e 8, com zero indivíduos 15 m^{-1} , tenham diferido estatisticamente do controle, os mesmos foram iguais aos tratamentos 2, 4 e 7, com 0,04 indivíduos 15 m^{-1} e estatisticamente iguais ao controle. Verificou-se que o tratamento 2 apresentou o maior número de piolhos-de-cobra, ou seja, 0,93 indivíduos 15 m^{-1} e foi estatisticamente igual aos tratamentos 4 e 6, com, respectivamente, 0,58 e 0,40 indivíduos 15 m^{-1} e estatisticamente iguais aos demais tratamentos e o controle (TABELA 14).

Tabela 10. População de cigarrinhas-das-raízes mortas por fungos entomopatogênicos em 15 metros lineares, na cultura da cana-de-açúcar, cultivar SP80-1816, submetida a diferentes tratamentos e datas de amostragem. Experimento I.

Tratamentos	Número de cigarrinha-das-raízes mortas por de fungos 15 m ⁻¹ por data de amostragem									Média
	22/11/05*	29/11/05	05/12/05	13/12/05	20/12/05	27/12/05	10/01/06	24/01/06	07/02/06	Geral
1. Controle	2,00	0,00	2,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18a
2. Silicato de Potássio foliar (uma aplicação de 8,2 L ha ⁻¹)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,04ab
3. Silicato de Potássio foliar (duas aplicações de 8,2 L ha ⁻¹)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00b
4. Silicato de Potássio foliar (três aplicações de 8,2 L ha ⁻¹)	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04ab
5. Silicato de Ca e Mg no solo (uma aplicação de 1.000 kg ha ⁻¹)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00b
6. Thiamethoxan 250 WG (uma aplicação de 0,8 kg ha ⁻¹)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00b
7. <i>M. Anisopliae</i> Pó molhável (duas aplicações de 2,0 kg ha ⁻¹)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04ab
8. <i>M. Anisopliae</i> Arroz esporulado (duas aplicações de 2,0 kg ha ⁻¹)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00b
Média Geral	0,05A	0,00A	0,05A	0,15A	0,05A	0,00A	0,00A	0,05A	0,00A	CV (%): 10

Médias na mesma linha, seguidas de letras iguais, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Médias na mesma coluna, seguidas de letras iguais, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

*Pré-avaliação.

Tabela 11. População de cigarrinhas-das-raízes mortas por fungos entomopatogênicos em 15 metros lineares, na cultura da cana-de-açúcar, cultivar SP80-1816, submetida a diferentes tratamentos e datas de amostragem. Experimento II.

Tratamentos	Número de cigarrinha-das-raízes mortas por de fungos 15 m ⁻¹ por data de amostragem									Média
	22/11/05*	29/11/05	05/12/05	13/12/05	20/12/05	27/12/05	10/01/06	24/01/06	07/02/06	Geral
1. Controle	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	4,00	0,22a
2. Silicato de Potássio foliar (uma aplicação de 8,2 L ha ⁻¹)	0,00	2,00	0,00	2,00	0,00	2,00	2,00	0,00	2,00	0,22a
3. Silicato de Potássio foliar (duas aplicações de 8,2 L ha ⁻¹)	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09a
4. Silicato de Potássio foliar (três aplicações de 8,2 L ha ⁻¹)	2,00	0,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	0,00	2,00	0,31a
5. Silicato de Ca e Mg no solo (uma aplicação de 1.000 kg ha ⁻¹)	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	0,00	2,00	2,00	2,00	0,36a
6. Thiamethoxan 250 WG (uma aplicação de 0,8 kg ha ⁻¹)	2,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09a
7. <i>M. Anisopliae</i> Pó molhável (duas aplicações de 2,0 kg ha ⁻¹)	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	2,00	0,00	2,00	0,13a
8. <i>M. Anisopliae</i> Arroz esporulado (duas aplicações de 2,0 kg ha ⁻¹)	2,00	0,00	0,00	4,00	0,00	2,00	0,00	0,00	4,00	0,27a
Média Geral	0,30A	0,15A	0,10A	0,30A	0,15A	0,15A	0,20A	0,15A	0,40A	CV (%): 22

Médias na mesma linha, seguidas de letras iguais, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Médias na mesma coluna, seguidas de letras iguais, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

*Pré-avaliação.

Tabela 12. População de aranhas (Classe Arachinida) em 15 metros lineares, na cultura da cana-de-açúcar, cultivar SP80-1816, submetida a diferentes tratamentos e datas de amostragem. Experimento I.

Tratamentos	Número de aranhas 15 m ⁻¹ por data de amostragem									Média
	22/11/05*	29/11/05	05/12/05	13/12/05	20/12/05	27/12/05	10/01/06	24/01/06	07/02/06	Geral
1. Controle	8,00	12,00	4,00	2,00	0,00	2,00	4,00	0,00	0,00	0,71a
2. Silicato de Potássio foliar (uma aplicação de 8,2 L ha ⁻¹)	2,00	4,00	2,00	0,00	6,00	0,00	2,00	0,00	2,00	0,40 a
3. Silicato de Potássio foliar (duas aplicações de 8,2 L ha ⁻¹)	4,00	4,00	6,00	4,00	6,00	2,00	2,00	2,00	4,00	0,76 a
4. Silicato de Potássio foliar (três aplicações de 8,2 L ha ⁻¹)	6,00	4,00	6,00	4,00	2,00	2,00	2,00	0,00	0,00	0,58 a
5. Silicato de Ca e Mg no solo (uma aplicação de 1.000 kg ha ⁻¹)	4,00	4,00	4,00	0,00	0,00	4,00	0,00	0,00	2,00	0,40 a
6. Thiamethoxan 250 WG (uma aplicação de 0,8 kg ha ⁻¹)	0,00	2,00	6,00	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,27 a
7. <i>M. Anisopliae</i> Pó molhável (duas aplicações de 2,0 kg ha ⁻¹)	4,00	4,00	8,00	0,00	2,00	0,00	4,00	0,00	0,00	0,49 a
8. <i>M. Anisopliae</i> Arroz esporulado (duas aplicações de 2,0 kg ha ⁻¹)	4,00	8,00	2,00	0,00	0,00	2,00	0,00	2,00	0,00	0,40 a
Média Geral	0,80ABC	1,05A	0,95AB	0,30CD	0,45ABCD	0,30CD	0,35BCD	0,10D	0,20CD	CV (%): 28

Médias na mesma linha, seguidas de letras iguais, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Médias na mesma coluna, seguidas de letras iguais, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

*Pré-avaliação.

Tabela 13. População de aranhas (Classe Arachnida) em 15 metros lineares, na cultura da cana-de-açúcar, cultivar SP80-1816, submetida a diferentes tratamentos e datas de amostragem. Experimento II.

Tratamentos	Número de aranhas 15 m ⁻¹ por data de amostragem									Média Geral
	22/11/05*	29/11/05	05/12/05	13/12/05	20/12/05	27/12/05	10/01/06	24/01/06	07/02/06	
1. Controle	2,00	4,00	9,00	4,00	4,00	2,00	0,00	3,00	0,00	0,62a
2. Silicato de Potássio foliar (uma aplicação de 8,2 L ha ⁻¹)	5,00	8,00	8,00	4,00	4,00	6,00	8,00	3,00	2,00	1,07a
3. Silicato de Potássio foliar (duas aplicações de 8,2 L ha ⁻¹)	2,00	3,00	2,00	0,00	3,00	4,00	4,00	0,00	2,00	0,44a
4. Silicato de Potássio foliar (três aplicações de 8,2 L ha ⁻¹)	0,00	4,00	0,00	2,00	10,00	2,00	2,00	0,00	2,00	0,49a
5. Silicato de Ca e Mg no solo (uma aplicação de 1.000 kg ha ⁻¹)	7,00	2,00	1,00	8,00	0,00	0,00	4,00	4,00	2,00	0,58a
6. Thiamethoxan 250 WG (uma aplicação de 0,8 kg ha ⁻¹)	6,00	8,00	0,00	0,00	2,00	0,00	4,00	4,00	2,00	0,58a
7. <i>M. Anisopliae</i> Pó molhável (duas aplicações de 2,0 kg ha ⁻¹)	2,00	4,00	0,00	6,00	0,00	0,00	6,00	6,00	4,00	0,62a
8. <i>M. Anisopliae</i> Arroz esporulado (duas aplicações de 2,0 kg ha ⁻¹)	2,00	2,00	2,00	2,00	0,00	2,00	4,00	2,00	4,00	0,44a
Média Geral	0,65A	0,88A	0,55A	0,65A	0,58A	0,45A	0,70A	0,45A	0,55A	CV (%): 31

Médias na mesma linha, seguidas de letras iguais, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Médias na mesma coluna, seguidas de letras iguais, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

*Pré-avaliação.

Tabela 14. População de piolhos-de-cobra (Classe Diplopoda) em 15 metros lineares, na cultura da cana-de-açúcar, cultivar SP80-1816, submetida a diferentes tratamentos e datas de amostragem. Experimento I.

Tratamentos	Número de piolhos-de-cobra 15 m ⁻¹ por data de amostragem									Média Geral
	22/11/05*	29/11/05	05/12/05	13/12/05	20/12/05	27/12/05	10/01/06	24/01/06	07/02/06	
1. Controle	4,00	4,00	0,00	6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,36b
2. Silicato de Potássio foliar (uma aplicação de 8,2 L ha ⁻¹)	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	4,00	6,00	0,00	2,00	0,93a
3. Silicato de Potássio foliar (duas aplicações de 8,2 L ha ⁻¹)	6,00	4,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,31b
4. Silicato de Potássio foliar (três aplicações de 8,2 L ha ⁻¹)	6,00	0,00	8,00	0,00	6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,58ab
5. Silicato de Ca e Mg no solo (uma aplicação de 1.000 kg ha ⁻¹)	2,00	4,00	2,00	0,00	4,00	2,00	0,00	2,00	0,00	0,36b
6. Thiamethoxan 250 WG (uma aplicação de 0,8 kg ha ⁻¹)	4,00	6,00	0,00	0,00	4,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,40ab
7. <i>M. Anisopliae</i> Pó molhável (duas aplicações de 2,0 kg ha ⁻¹)	4,00	0,00	6,00	0,00	4,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,36b
8. <i>M. Anisopliae</i> Arroz esporulado (duas aplicações de 2,0 kg ha ⁻¹)	2,00	4,00	6,00	0,00	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,36b
Média Geral	0,85AB	0,85AB	0,70ABC	0,30BCD	0,65ABCD	0,35ABCD	0,15CD	0,10D	0,10D	CV (%): 26

Médias na mesma linha, seguidas de letras iguais, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Médias na mesma coluna, seguidas de letras iguais, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

*Pré-avaliação.

Tabela 15. População de piolhos-de-cobra (Classe Diplopoda) em 15 metros lineares, na cultura da cana-de-açúcar, cultivar SP80-1816, submetida a diferentes tratamentos e datas de amostragem. Experimento II.

Tratamentos	Número de piolhos-de-cobra 15 m ⁻¹ por data de amostragem									Média Geral
	22/11/05*	29/11/05	05/12/05	13/12/05	20/12/05	27/12/05	10/01/06	24/01/06	07/02/06	
1. Controle	6,00	4,00	4,00	0,00	6,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,49a
2. Silicato de Potássio foliar (uma aplicação de 8,2 L ha ⁻¹)	3,00	12,00	3,00	6,00	4,00	0,00	0,00	2,00	4,00	0,76a
3. Silicato de Potássio foliar (duas aplicações de 8,2 L ha ⁻¹)	4,00	4,00	4,00	2,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,36a
4. Silicato de Potássio foliar (três aplicações de 8,2 L ha ⁻¹)	6,00	8,00	6,00	0,00	6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,58a
5. Silicato de Ca e Mg no solo (uma aplicação de 1.000 kg ha ⁻¹)	4,00	4,00	2,00	0,00	4,00	2,00	0,00	2,00	0,00	0,40a
6. Thiamethoxan 250 WG (uma aplicação de 0,8 kg ha ⁻¹)	6,00	6,00	0,00	0,00	4,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,44a
7. <i>M. Anisopliae</i> Pó molhável (duas aplicações de 2,0 kg ha ⁻¹)	4,00	0,00	6,00	0,00	4,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,36a
8. <i>M. Anisopliae</i> Arroz esporulado (duas aplicações de 2,0 kg ha ⁻¹)	4,00	6,00	4,00	2,00	6,00	0,00	4,00	0,00	0,00	0,58a
Média Geral	0,93AB	1,10A	0,73ABC	0,25BC	0,85ABC	0,20BC	0,10C	0,15BC	0,15BC	CV (%): 32

Médias na mesma linha, seguidas de letras iguais, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Médias na mesma coluna, seguidas de letras iguais, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

*Pré-avaliação.

Tabela 16. População de tesourinhas (Ordem Dermaptera) em 15 metros lineares, na cultura da cana-de-açúcar, cultivar SP80-1816, submetida a diferentes tratamentos e datas de amostragem. Experimento I.

Tratamentos	Número de tesourinhas 15 m ⁻¹ por data de amostragem									Média
	22/11/05*	29/11/05	05/12/05	13/12/05	20/12/05	27/12/05	10/01/06	24/01/06	07/02/06	Geral
1. Controle	2,00	0,00	6,00	0,00	4,00	2,00	0,00	0,00	2,00	0,36a
2. Silicato de Potássio foliar (uma aplicação de 8,2 L ha ⁻¹)	2,00	0,00	4,00	2,00	4,00	2,00	4,00	2,00	0,00	0,44a
3. Silicato de Potássio foliar (duas aplicações de 8,2 L ha ⁻¹)	4,00	2,00	4,00	0,00	0,00	6,00	0,00	2,00	0,00	0,40a
4. Silicato de Potássio foliar (três aplicações de 8,2 L ha ⁻¹)	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,13a
5. Silicato de Ca e Mg no solo (uma aplicação de 1.000 kg ha ⁻¹)	2,00	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13a
6. Thiamethoxan 250 WG (uma aplicação de 0,8 kg ha ⁻¹)	2,00	0,00	2,00	2,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,18a
7. <i>M. Anisopliae</i> Pó molhável (duas aplicações de 2,0 kg ha ⁻¹)	4,00	0,00	4,00	2,00	2,00	2,00	0,00	2,00	2,00	0,40a
8. <i>M. Anisopliae</i> Arroz esporulado (duas aplicações de 2,0 kg ha ⁻¹)	2,00	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13a
Média Geral	0,45AB	0,10B	0,65A	0,15B	0,35AB	0,35AB	0,10B	0,20AB	0,10B	CV (%): 23

Médias na mesma linha, seguidas de letras iguais, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Médias na mesma coluna, seguidas de letras iguais, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

*Pré-avaliação.

Tabela 17. População de tesourinhas (Ordem Dermaptera) em 15 metros lineares, na cultura da cana-de-açúcar, cultivar SP80-1816, submetida a diferentes tratamentos e datas de amostragem. Experimento II.

Tratamentos	Número de tesourinhas 15 m ⁻¹ por data de amostragem									Média
	22/11/05*	29/11/05	05/12/05	13/12/05	20/12/05	27/12/05	10/01/06	24/01/06	07/02/06	Geral
1. Controle	2,00	2,00	0,00	2,00	2,00	2,00	2,00	0,00	0,00	0,27a
2. Silicato de Potássio foliar (uma aplicação de 8,2 L ha ⁻¹)	2,00	0,00	0,00	2,00	2,00	2,00	2,00	0,00	0,00	0,22a
3. Silicato de Potássio foliar (duas aplicações de 8,2 L ha ⁻¹)	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,09a
4. Silicato de Potássio foliar (três aplicações de 8,2 L ha ⁻¹)	4,00	2,00	2,00	20,0	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,27a
5. Silicato de Ca e Mg no solo (uma aplicação de 1.000 kg ha ⁻¹)	2,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,13a
6. Thiamethoxan 250 WG (uma aplicação de 0,8 kg ha ⁻¹)	4,00	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00	2,00	2,00	0,00	0,27a
7. <i>M. Anisopliae</i> Pó molhável (duas aplicações de 2,0 kg ha ⁻¹)	2,00	0,00	2,00	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18a
8. <i>M. Anisopliae</i> Arroz esporulado (duas aplicações de 2,0 kg ha ⁻¹)	0,00	2,00	4,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,18a
Média Geral	0,45A	0,20A	0,30A	0,20A	0,20A	0,15A	0,20A	0,05A	0,05A	CV (%): 21

Médias na mesma linha, seguidas de letras iguais, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Médias na mesma coluna, seguidas de letras iguais, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

*Pré-avaliação.

Tais resultados sugerem que a aplicação de Si, os tratamentos químico e biológico para o controle de cigarrinhas-das-raízes mostraram-se igualmente inofensivos ao controle biológico natural desta praga, bem como aos artrópodes não alvos na cultura da cana-de-açúcar.

Quanto à flutuação populacional dos artrópodes não alvos amostrados, verificou-se que somente as populações de aranhas e de tesourinhas no Experimento I (TABELAS 12 e 16) e de piolhos-de-cobra nos Experimentos I e II (TABELAS 14 e 15) diferiram estatisticamente entre as datas de amostragem.

Constatou-se que a população de aranhas no experimento I era de 0,80 indivíduos 15 m^{-1} , quando da pré-avaliação, elevou-se para 1,05 na amostragem do dia 29/11/05 e praticamente não variou até a do dia 20/12/05, quando apresentou 0,45 indivíduos 15 m^{-1} . Embora se tenha verificado redução significativa da população deste artrópode quando das duas últimas amostragens, as quais apresentaram, respectivamente, 0,10 e 0,20 indivíduos 15 m^{-1} , estes valores não diferiram daqueles observados nas avaliações a partir do dia 13/12/05.

A população de tesourinhas neste mesmo experimento era de 0,45 indivíduos 15 m^{-1} , quando da pré-avaliação, alcançou 0,65 indivíduos 15 m^{-1} na amostragem do dia 05/12/05 e manteve-se entre 0,15 e 0,35 indivíduos 15 m^{-1} até a do dia 27/12/05. Na última avaliação, no dia 07/02/06, a população da mesma era de 0,20 indivíduos 15 m^{-1} (TABELA 16).

Observou-se que a população de piolhos-de-cobra apresentou pequena variação ao longo do período de amostragem, nos dois experimentos (TABELAS 14 e 15). A mesma era de 0,85 indivíduos 15 m^{-1} na pré-avaliação, variou entre 0,30 e 0,65 até à amostragem do dia 20/12/05, reduziu-se a partir daí e alcançou a média de 0,10 indivíduos 15 m^{-1} quando das duas últimas avaliações (TABELA 14). Constatou-se que a flutuação populacional deste mesmo artrópode foi semelhante no experimento II (TABELA 15). Quando da pré-avaliação, sua população era de 0,93 indivíduos 15 m^{-1} , variou entre 0,25 e 1,10 até à amostragem do dia 20/12/05, quando era de 0,85 indivíduos 15 m^{-1} e reduziu-se a partir daí e alcançou a média de 0,15 indivíduos 15 m^{-1} .

4.4. Peso úmido médio por colmo e por planta (folhas + colmo) da cana-de-açúcar

Os pesos úmidos médios por planta e por colmo de cana-de-açúcar não diferiram estatisticamente entre os tratamentos nos Experimentos I e II (TABELA 18).

TABELA 18. Peso úmido médio por planta (folhas + colmo) e por colmo da cana-de-açúcar, cultivar SP80-1816, submetida a diferentes tratamentos e épocas de aplicação, por ocasião da colheita. Experimentos I e II.

Tratamentos	Experimento I (Talhão 244)		Experimento II (Talhão 248)	
	Kg/planta	kg/colmo	kg/planta	kg/colmo
1. Controle	1,54	1,37	1,77	1,53
2. Silicato de potássio foliar (uma aplicação de 8,2 L ha ⁻¹)	1,53	1,37	1,90	1,70
3. Silicato de potássio foliar (duas aplicações de 8,2 L ha ⁻¹)	1,70	1,53	1,57	1,39
4. Silicato de potássio foliar (três aplicações de 8,2 L ha ⁻¹)	1,43	1,26	1,69	1,49
5. Silicato de Ca e Mg no solo (uma aplicação 1.000 kg ha ⁻¹)	1,51	1,35	1,68	1,49
6. Thiamethoxan 250WG (uma aplicação de 0,8 kg ha ⁻¹)	1,59	1,40	1,71	1,51
7. <i>M. anisopliae</i> Pó molhável (duas aplicações de 2,0 kg ha ⁻¹)	1,55	1,37	1,83	1,64
8. <i>M. anisopliae</i> Arroz esporulado (duas aplicações de 2,0 kg ha ⁻¹)	1,55	1,39	1,71	1,48
CV (%)	16	18	12	12
DMS	NS	NS	NS	NS

NS: não significativo pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Observou-se que o peso úmido médio por planta no Experimento I foi de 1,54 kg no controle e 1,53; 1,70; 1,43; 1,51; 1,59; 1,55 e 1,55 kg nos tratamentos 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8, respectivamente, enquanto que o peso úmido médio por colmo foi de 1,37 kg no controle e 1,37; 1,53; 1,26; 1,35; 1,40; 1,37 e 1,39 kg nos tratamentos 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8, respectivamente (TABELA 18). No Experimento II, o peso úmido médio por planta foi de 1,77 kg no tratamento controle e 1,90; 1,57; 1,69; 1,68; 1,71; 1,83 e 1,71 kg nos tratamentos 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8, respectivamente. Já o peso úmido médio por colmo foi de 1,53 kg no tratamento controle e 1,70; 1,39; 1,49; 1,49; 1,51; 1,64 e 1,48 kg nos tratamentos 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8, respectivamente (TABELA 18). No entanto, Prado et al. (2003) constataram aumento de peso por colmo de cana-de-açúcar com a aplicação de escória de siderurgia em condições de campo. Segundo estes mesmos autores, tal aumento pode ter sido devido ao Si presente na escória.

Embora a aplicação de 0,8 kg ha⁻¹ do inseticida químico thiamethoxan 250WG no tratamento 6 tenha reduzido em 44% a população de cigarrinhas-das-raízes no

Experimento I (TABELA 08), isso não teve reflexos em ganhos de peso por parte das plantas (folhas + colmos) ou dos colmos da cana-de-açúcar, neste experimento (TABELA 18).

4.5. Qualidade dos parâmetros tecnológicos da cana-de-açúcar

Não verificou-se diferença estatística entre os tratamentos para os valores de ATR, AR, Brix da Cana, Brix do Caldo, Fibra, Pol da Cana, Pol do Caldo, Pureza e P_2O_5 do Caldo da cana-de-açúcar nos Experimentos I e II e TPH (toneladas de Pol por hectare ou produtividade de açúcar) no Experimento I (TABELAS 19 e 20). No entanto, houve diferença estatística entre os tratamentos para a produção de açúcar (TPH) no Experimento II (TABELA 20). Os tratamentos controle e 2 apresentaram as menores produtividades de açúcar, 12,80 e 16,40 t ha⁻¹, respectivamente e não diferiram estatisticamente entre si. Já, as maiores produtividades verificaram-se nos tratamentos 3, 4, 5, 6, 7 e 8, com 26,40; 28,40; 28,60; 28,60; 28,00 e 28,20 t ha⁻¹, os quais foram estatisticamente iguais entre si e diferentes dos tratamentos controle e 2.

Verificou-se que os tratamentos 3, 4, e 5, submetidos a duas e três aplicações de 8,2 L ha⁻¹ de silicato de K foliar e 1000 kg ha⁻¹ de silicato de Ca e Mg no solo, produziram, respectivamente, 106,25%, 121,81% e 123,34% a mais de açúcar que o controle. Esperava-se obter melhoria dos parâmetros tecnológicos da cana-de-açúcar nos tratamentos submetidos à aplicação de Si e dos inseticidas químico e biológico para o controle da cigarrinha-das-raízes, pois, conforme Gonçalves et al. (2003), o ataque dessa praga compromete a qualidade da matéria-prima dessa cultura.

Embora o tratamento 6, submetido à aplicação do inseticida thiamethoxan 250WG reduziu em 44% a população de cigarrinhas-das-raízes em relação ao tratamento controle, no Experimento (TABELA 08), nenhum reflexo foi observado na melhoria da qualidade dos parâmetros tecnológicos da cana-de-açúcar. Gonçalves et al. (2003) relataram queda significativa nos valores de Brix do Caldo e da Pol do Caldo, além de queda na Pureza do Caldo e acréscimo significativo nos teores de Fibra da Cana à medida que se aumentou o nível de comprometimento dos colmos pela cigarrinha-das-raízes.

Tabela 19. Qualidade dos parâmetros tecnológicos da cana-de-açúcar, cultivar SP80-1816, submetida a diferentes tratamentos e épocas de aplicação. Experimento I.

Tratamentos	ATR ¹	AR ²	Brix Cana	Brix Caldo	Fibra Cana	Pol Cana	Pol Caldo	Pureza Caldo	P ₂ O ₅ Caldo	TPH ¹
	kg t ⁻¹	-----			%				mg L ⁻¹	t ha ⁻¹
1. Controle	136,5	0,59	16,49	19,50	12,08	14,38	17,77	85,96	174,8	14,40
2. Silicato de Potássio foliar (uma aplicação de 8,2 L ha ⁻¹)	138,6	0,57	16,67	19,66	11,92	14,54	17,00	86,49	182,0	14,40
3. Silicato de Potássio foliar (duas aplicações de 8,2 L ha ⁻¹)	139,0	0,57	16,70	19,68	11,89	14,59	17,05	86,67	155,4	14,80
4. Silicato de Potássio foliar (três aplicações de 8,2 L ha ⁻¹)	139,6	0,58	16,82	19,86	11,98	14,49	17,14	86,29	166,4	14,20
5. Silicato de Ca e Mg no solo (uma aplicação de 1000 kg ha ⁻¹)	136,7	0,59	16,55	19,46	11,76	14,37	16,70	85,81	161,0	14,80
6. Thiamethoxan 250 WG (uma aplicação de 0,8 kg ha ⁻¹)	139,5	0,59	15,91	20,00	12,08	14,48	17,15	85,75	209,2	15,00
7. <i>M. anisopliae</i> Pó molhável (duas aplicações de 2,0 kg ha ⁻¹)	137,8	0,61	16,76	19,72	11,79	14,54	16,83	85,36	196,4	15,80
8. <i>M. anisopliae</i> Arroz esporulado (duas aplicações de 2,0 kg ha ⁻¹)	138,1	0,61	16,83	19,84	11,88	14,49	16,89	85,15	182,0	14,20
CV (%)	2	6	2	3	3	1	3	1	26	8
DMS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

NS: Não significativo pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância. Médias na mesma coluna, seguidas de letras iguais não diferem entre si ao nível de 0,05.

¹ATR: Açúcares totais recuperáveis, ²AR: Açúcares redutores da cana, ³TPH: tonelada de pol ha⁻¹ (produtividade de açúcar por hectare).

Tabela 20. Qualidade dos parâmetros tecnológicos da cana-de-açúcar, cultivar SP80-1816, submetida a diferentes tratamentos e épocas de aplicação. Experimento II.

Tratamentos	ATR ¹	AR ²	Brix Cana	Brix Caldo	Fibra Cana	Pol Cana	Pol Caldo	Pureza Caldo	P ₂ O ₅ Caldo	TPH ¹
	kg t ⁻¹	-----			%				mg L ⁻¹	t ha ⁻¹
1. Controle	133,61	0,56	15,99	18,80	11,71	13,89	16,32	86,81	131,0	12,80b
2. Silicato de Potássio foliar (uma aplicação de 8,2 L ha ⁻¹)	133,94	0,52	16,17	18,92	11,47	14,09	16,72	88,37	110,2	16,40b
3. Silicato de Potássio foliar (duas aplicações de 8,2 L ha ⁻¹)	135,43	0,52	16,08	18,86	11,61	14,25	16,64	88,25	127,0	26,40a
4. Silicato de Potássio foliar (três aplicações de 8,2 L ha ⁻¹)	132,20	0,56	15,28	18,04	11,99	14,01	15,72	87,07	138,2	28,40a
5. Silicato de Ca e Mg no solo (uma aplicação de 1000 kg ha ⁻¹)	134,20	0,53	15,88	18,62	11,58	14,03	16,40	88,08	112,6	28,60a
6. Thiamethoxan 250 WG (uma aplicação de 0,8 kg ha ⁻¹)	134,79	0,52	15,96	18,52	12,20	14,09	16,65	88,04	144,6	28,60a
7. <i>M. anisopliae</i> Pó molhável (duas aplicações de 2,0 kg ha ⁻¹)	133,68	0,52	15,80	18,72	12,18	14,18	16,54	88,33	118,2	28,0a
8. <i>M. anisopliae</i> Arroz esporulado (duas aplicações de 2,0 kg ha ⁻¹)	133,44	0,58	16,06	18,86	13,12	14,01	16,27	86,29	105,2	28,2a
CV (%)	2	9	3	15	9	2	4	2	23	16
DMS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	7,88

NS: Não significativo pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância. Médias na mesma coluna, seguidas de letras iguais não diferem entre si ao nível de 0,05.

¹ATR: Açúcares totais recuperáveis, ²AR: Açúcares redutores da cana, ³TPH: tonelada de pol ha⁻¹ (produtividade de açúcar por hectare).

Dinardo-Miranda et al. (2003), ao estudarem o efeito da aplicação de $0,8 \text{ kg ha}^{-1}$ do inseticida thiamethoxan 250WG na cana-de-açúcar, no mês de novembro, não constataram diferenças significativas entre os tratamentos para os valores de Fibra da Cana, Pol da Cana e ATR. Porém, estes mesmos autores observaram incremento de 33,9% na produtividade de ATR com a redução populacional de cigarrinhas-das-raízes.

Constatou-se que os tratamentos 6, 7 e 8, submetidos, respectivamente, a aplicação do inseticida químico thiamethoxan 250WG e biológico proveniente do fungo *M. anisopliae*, nas formulações pó molhável e arroz esporulado, produziram 123%, 118,75% e 120,30% a mais de açúcar que o tratamento controle. Como não se observou diferença significativa entre os tratamentos para a qualidade dos parâmetros tecnológicos da cana-de-açúcar em nenhum dos dois experimentos, acredita-se que o acréscimo na TPH do Experimento II tenha sido função apenas do aumento da produtividade desta cultura.

4.6. Produtividade da cana-de-açúcar

Não se constatou diferença estatística entre os tratamentos para a produtividade da cana-de-açúcar no Experimento I (TABELA 21). Observou-se que a produtividade do tratamento controle foi de $102,86 \text{ t ha}^{-1}$ e dos tratamentos 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8 de 100,66; 103,84; 100,00; 105,74; 107,73; 110,27 e $100,08 \text{ t ha}^{-1}$, respectivamente. Korndörfer et al. (2000) relataram acréscimo médio de $9,1 \text{ t ha}^{-1}$ na produtividade desta cultura com a aplicação de Si.

Verificou-se diferença estatística entre os tratamentos para a produtividade da cana-de-açúcar no Experimento II (TABELA 21). As menores produtividades foram observadas nos tratamentos controle e 2, com 88,93 e $111,94 \text{ t ha}^{-1}$ de colmo, respectivamente. Os tratamentos 3, 4, 5, 6, 7 e 8 apresentaram as maiores produtividades, 182,67; 193,55; 199,65; 191,07; 193,46 e $195,23 \text{ t ha}^{-1}$, respectivamente, e foram estatisticamente iguais entre si.

Observou-se que os tratamentos 3, 4 e 5, submetidos, respectivamente, a duas e três aplicações de $8,2 \text{ L ha}^{-1}$ de silicato de potássio foliar e 1000 kg ha^{-1} de silicato de Ca e Mg no solo apresentaram aumentos de produtividade em relação ao tratamento controle (TABELA 21). A produtividade aumentou de $88,93 \text{ t ha}^{-1}$ neste tratamento para 182,67; 193,55 e $199,65 \text{ t ha}^{-1}$ nos tratamentos 3, 4 e 5, ou seja, acréscimos de 105,40%, 117,59% e 124,5%, respectivamente.

TABELA 21. Produtividade de colmos da cana-de-açúcar, cultivar SP80-1816, submetida a diferentes tratamentos e épocas de aplicação, por ocasião da colheita. Experimentos I e II.

Tratamentos	Experimento I (Talhão 244)	Experimento II (Talhão 248)
	----- t ha ⁻¹ -----	
1. Controle	102,86 a	88,93 b
2. Silicato de potássio foliar (uma aplicação de 8,2 L ha ⁻¹)	100,66 a	111,94 b
3. Silicato de potássio foliar (duas aplicações de 8,2 L ha ⁻¹)	103,84 a	182,67 a
4. Silicato de potássio foliar (três aplicações de 8,2 L ha ⁻¹)	100,00 a	193,55 a
5. Silicato de Ca e Mg no solo (uma aplicação de 1.000 kg ha ⁻¹)	105,74 a	199,65 a
6. Thiamethoxan 250WG (uma aplicação de 0,8 kg ha ⁻¹)	107,73 a	191,07 a
7. <i>M. anisopliae</i> Pó molhável (duas aplicações de 2,0 kg ha ⁻¹)	110,27 a	193,46 a
8. <i>M. anisopliae</i> Arroz esporulado (duas aplicações de 2,0 kg ha ⁻¹)	100,08 a	195,23 a
CV (%)	8	19
DMS	NS	47,33

Médias na mesma coluna, seguidas de letras iguais, não diferem entre si.
pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

NS: não significativo pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Porém, não foi possível comprovar se tais acréscimos foram promovidos pelo Si proveniente das fontes e doses aplicadas, já que não se verificou diferença estatística entre estes tratamentos e o controle para os teores de Si nas folhas, bagaço e caldo da cana-de-açúcar, nas épocas analisadas, neste experimento (TABELA 07). Também não se constatou redução significativa da população de cigarrinhas-das-raízes neste mesmo experimento (TABELA 09). Soma-se a isso, o fato de os mesmos tratamentos no Experimento I, submetido às mesmas condições de cultivo, não terem evidenciado aumentos significativos de produtividade, em relação ao tratamento controle (TABELA 21). No entanto, é possível que tenha havido absorção de silício pela cultura, apesar disso não ter sido detectado pelos métodos analíticos empregados. Dessa maneira, O Si poderia ter atuado tanto como elemento benéfico para a cana-de-açúcar, quanto como

indutor de resistência da mesma às cigarrinhas-das-raízes, embora não suficientemente para ter sido detectado pela análise estatística aplicada, mas o bastante para ter refletido em ganhos de produtividade pela cultura.

Korndörfer et al. (2004) verificaram aumento médio de $14,0 \text{ t ha}^{-1}$ na produtividade da cana-de-açúcar com a aplicação de $4,0 \text{ t}$ de cimento como fonte de Si no plantio, na Usina Nova União, em Serrana, São Paulo, enquanto Kingston et al. (2005) relataram acréscimos de 32% e 35% na produtividade desta mesma cultura, com a aplicação de $9,0$ e $12,0 \text{ t ha}^{-1}$ de silicato de cálcio, respectivamente, durante dois anos de cultivo, em áreas distintas em Queensland, Austrália. Segundo estes mesmos autores, em um terceiro experimento, desenvolvido em outra área, o aumento observado na produtividade foi 45% com a aplicação de $12,0 \text{ t ha}^{-1}$ do mesmo produto por um ciclo de quatro anos de cultivo. Elawad et al. (1982), citados por Korndörfer e Lepsh (2001) relataram aumentos de 68% e 79% na produtividade dessa mesma, com aplicação de $15,0 \text{ t ha}^{-1}$ de escória de siderurgia como fonte de Si.

As produtividades da cana-de-açúcar nos tratamentos 6, 7 e 8 do Experimento II foram de 191,07; 193,4 e 195,25 t ha^{-1} , respectivamente, ou seja, da ordem de 114,8%, 117,5% e 119,5%, respectivamente, superiores a do tratamento controle (TABELAS 21), apesar de não ter-se verificado diferença estatística entre estes tratamentos e o controle, em relação à população de cigarrinhas-das-raízes, durante o período de amostragem, neste experimento (TABELA 09). É possível que tenha havido redução da população da mesma, embora não suficiente para ter sido detectada pela análise estatística, mas suficiente para aumentar a produtividade da cultura. Mesmo porque, nesse experimento, os inseticidas foram aplicados quando as populações de cigarrinhas-das-raízes estavam muito mais próximas do nível de dano econômico preconizado para o método de controle biológico. Dinardo-Miranda et al. (2003), ao estudarem o efeito da aplicação tratorizada do inseticida thiamethoxan 250WG na dose de $0,8 \text{ kg ha}^{-1}$ em cana-de-açúcar, no mês de novembro, verificaram incrementos de produtividade em função da redução populacional de cigarrinhas-das-raízes.

4.7. Teores de silício disponível no solo após a colheita da cana-de-açúcar

Não se verificou diferença estatística entre os tratamentos para os teores de Si solúvel nos solos após a colheita da cana-de-açúcar nas áreas experimentais I e II (TABELA 22).

TABELA 22. Teores de silício disponível¹ nas amostras do Latossolo Vermelho, na profundidade de 0-20 cm, após a colheita da cana-de-açúcar, nos Experimentos I e II.

Tratamentos	Experimento I (Talhão 244)	Experimento II (Talhão 248)
	----- mg dm ⁻³ -----	
1. Controle	7,58a	5,62 a
2. Silicato de potássio foliar (uma aplicação de 8,2 L ha ⁻¹)	7,22a	5,36 a
3. Silicato de potássio foliar (duas aplicações de 8,2 L ha ⁻¹)	7,22a	5,42 a
4. Silicato de potássio foliar (três aplicações de 8,2 L ha ⁻¹)	7,56a	4,88 a
5. Silicato de Ca e Mg no solo (uma aplicação de 1.000 kg ha ⁻¹)	7,40a	6,02 a
6. Thiamethoxan 250WG (uma aplicação de 0,8 kg ha ⁻¹)	7,38a	5,88 a
7. <i>M. anisopliae</i> Pó molhável (duas aplicações de 2,0 kg ha ⁻¹)	7,58a	5,54 a
8. <i>M. anisopliae</i> Arroz esporulado (duas aplicações de 2,0 kg ha ⁻¹)	7,46a	5,16 a
CV (%)	3,29	12,34
DMS	NS	NS

¹Silício solúvel: Extrator: CaCl₂ 0,01 mol L⁻¹.

NS: não significativo pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Embora o tratamento 5 tenha recebido aplicação de 1000 kg ha⁻¹ de silicato de Ca e Mg no sulco de plantio da cana-de-açúcar (TABELA 05), o teor de Si solúvel no solo do mesmo não diferiu estatisticamente dos demais tratamentos (TABELA 22). Como a amostra de solo para a análise de Si solúvel foi composta de cinco sub-amostras, uma retirada do sulco de plantio e quatro das entrelinhas, é possível que a metodologia empregada para a análise não tenha detectado possível diferença entre os teores deste elemento no tratamento 5 e nos demais que não receberam aplicação de silicato de Ca e Mg no solo.

Verificou-se redução nos teores de Si dos solos das duas áreas experimentais com o cultivo da cana-de-açúcar. Os teores médios deste elemento nos solos das áreas experimentais I e II eram de 12,0 e 8,8 mg dm⁻³, respectivamente (TABELA 01). Observou-se que, após a colheita dos experimentos, estes teores variaram entre 7,22 e

7,58 mg dm⁻³ na área experimental I e 4,88 e 6,02 mg dm⁻³ na II (TABELA 22), o que sugere que houve absorção do Si do solo pela cana-de-açúcar, em quantidades semelhantes em todos os tratamentos de ambos os experimentos.

5. CONCLUSÕES

- A aplicação do Si não promoveu o controle de cigarrinhas-das-raízes na cultura da cana-de-açúcar;
- Houve maior produtividade da cana-de-açúcar com a aplicação de Si em área com menor teor deste elemento no solo;
- Houve aumento de produtividade da cana-da-açúcar com a aplicação de inseticidas químico e biológico para o controle de cigarrinhas-das-raízes;
- A aplicação do Si não promoveu melhoria na qualidade dos parâmetros tecnológicos da cana-de-açúcar;
- Os tratamentos químico e biológico na formulação pó molhável e silicato de K em duas aplicações foliares apresentaram o mesmo desempenho no controle de cigarrinhas-das-raízes na cana-de-açúcar;
- Os tratamentos químico, biológico e a aplicação de Si para o controle de cigarrinhas-das-raízes não afetaram o controle biológico natural desta por fungos entomopatogênicos, bem como a população dos artrópodes não alvos amostrados na cultura da cana-de-açúcar.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, J. E. M. Resultados do controle biológico da cigarrinha da raiz da cana-de-açúcar com *Metarhizium anisopliae*. In: REUNIÃO ITINERANTE DE FITOSSANIDADE DO INSTITUTO BIOLÓGICO, 9., 2003, Catanduva. **Anais...**, Catanduva: Instituto Biológico, 2003. 107 p.
- ALMEIDA, J. E. M.; BATISTA FILHO, A.; SANTOS, A. S. Controle da cigarrinha da raiz da cana-de-açúcar, *Mahanarva fimbriolata*, com o fungo entomopatogênico *Metarhizium anisopliae*. **STAB-Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 22, n. 4, p. 42-45, 2004a.
- ALMEIDA, J. E. M.; BATISTA FILHO, A.; LEITE, L. G.; MACHADO, L. A. Eficiência do inseticida à base de *Metarhizium anisopliae*, Melhoravida[®], no controle de *Mahanarva fimbriolata* (Hemiptera: Cercopidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 71, p. 1-7, 2004b. Suplemento.
- ALMEIDA, J.E.M. Controle biológico da cigarrinha-da-raiz da cana-de-açúcar com isolados de *Metarhizium anisopliae*. In: REUNIÃO ITINERANTE DE FITOSSANIDADE DO INSTITUTO BIOLÓGICO, 4., 2001, Sertãozinho. **Anais...**, Sertãozinho: Instituto Biológico, 2001. 61 p.
- ALVAREZ, J.; DATNOFF, L. E. The economics of silicon for integrated management and sustainable production of rice and sugarcane. In: DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H.; KORNDORFER, G. H. (ed.). **Silicon in agriculture**. Amsterdam: Elsevier Science, 2001. p. 209-219.
- ALVAREZ, V. H. V.; DIAS, L. E.; RIBEIRO, A. C.; SOUZA, R. B. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**: 5. Aproximação. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359 p.
- ALVES, S. B. **Controle microbiano de insetos**. 2. ed. Piracicaba-SP: FEALQ, 1998. 1163 p.
- BALASUBRAMANIAM, P.; SUBRAMANIAM, S.; CHANDRAMANIAN, P. Influence of silicon sources on the incidence of major rice pests. In: SILICON IN AGRICULTURE CONFERENCE, 3., 2005, Uberlândia. **Anais...**, Uberlândia: UFU/ICIAG, 2005. 152 p.
- BASAGLI, M. A. B.; MORAES, J. C.; CARVALHO, G. A.; ECOLÉ, C. C.; GONÇALVES-GERVÁSIO, R. de C. R. Effect of Sodium Silicate Application on the Resistance of Wheat Plants to the Green-Aphids *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 659-663. 2003.
- BERNI, R. F.; PRABHU, A. S. Eficiência relativa de fontes de silício no controle de brusone nas folhas de arroz. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 2003. v. 38. n. 2, p. 195-201.

BUCK, G. B.; KORNDORFER, G. H.; NOLLA, A.; COELHO, L.; ARAÚJO, L.; MARÇAL, H. T.; CORREIA, J. P. T. Potassium silicate foliar application and rice blast controle. In: SILICON IN AGRICULTURE CONFERENCE, 3., 2005, Uberlândia. **Anais...**, Uberlândia: UFU/ICIAG, 2005. 152 p.

CARVALHO, S. P. **Efeito do silício na indução de resistência do sorgo ao pulgão verde *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Homoptera: Aphidae).** 1998. 43 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Cana-de-açúcar:** Safra 2006/2007, Terceiro Levantamento, novembro de 2006. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conab/conabweb/download/Boletim_Canaagosto>. Acesso em: 01 dez. 2006.

COOPERATIVA DE PRODUTORES DE CANA-DE-AÇÚCAR, AÇÚCAR E ÁLCOOL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Amostragem e análise da cana-de-açúcar.** São Paulo, 1980. 37 p.

COSTA, R. R.; ALVARENGA, R. R.; NERI, D. K.; GOMES, F. B.; MORAES, J. C. Use of silicon and acibenzolar-s-methyl against the green aphid *Schizaphis graminum* (Rondani) on wheat plants. In: SILICON IN AGRICULTURE CONFERENCE, 3., 2005, Uberlândia. **Anais...**, Uberlândia: UFU/ICIAG, 2005. 152 p.

DATNOFF, L. E.; SEEBOLD, K. W.; CORREA, F. J. The use of silicon for integrated disease management: reducing fungicide applications and enhancing host plant resistance. In: DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H.; KORNDORFER, G. H. (ed.). **Silicon in agriculture.** Amsterdam: Elsevier Science, 2001. p. 209-219.

DINARDO-MIRANDA, L. L. **Cigarrinha-das-raízes em cana-de-açúcar.** Campinas, SP: Instituto Agrônomo, 2003. 72 p.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; COELHO, A. L.; FERREIRA, J. M. G. Influência da época de aplicação de inseticidas no controle de *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae), na qualidade e na produtividade da cana-de-açúcar. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, n. 1, p. 91-98, 2004c.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; FERREIRA, J. M. G.; CARVALHO, P. A. M. Influência da época de colheita e do genótipo de cana-de-açúcar sobre a infestação de *Mahanarva fimbriolata* (Stal) (Hemiptera: Cercopidade). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 1, p. 145-149, 2001.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; FERREIRA, J. M. G. Eficiência de inseticidas no controle da cigarrinha das raízes *Mahanarva fimbriolata* (STAL) (Hemiptera: Cercopidae), em cana-de-açúcar. **STAB-Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 22, n. 3, p. 35-39, 2004.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; NAKAMURA, G.; ZOTARELLI, L.; BRAZ, B. A.; EUZÉBIO, O. Viabilidade técnica e econômica de Actara 250WG, aplicado em diversas doses, no controle da cigarrinha-das-raízes. **STAB-Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 22, n. 1, p. 39-43, 2003.

DINARDO-MIRANDA, L. L. Nematóides e pragas de solo em cana-de-açúcar. Informações Agronômicas, **POTAFOS - Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do fosfato**, Piracicaba, n. 110, p. 25-32, jun. 2005.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; FERREIRA, J. M. G.; GARCIA JR, C. A.; COELHO, A. L.; GIL, M. A. Eficiência de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) no controle de *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae) em cana-de-açúcar. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, n. 6, p. 743-749. 2004b.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; FERREIRA, J. M. G.; LANDELLE, M. G. A.; BIDÓIA, M. A. P. Infestação de *Mahanarva fimbriolata* (Stal) (Hemiptera: Cercopidae) em genótipos de cana-de-açúcar colhidos em três épocas. **STAB-Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 22, n. 4. p. 46-49, 2004a.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; GARCIA, V.; PARAZZI, V. Efeito de inseticidas no controle de *Mahanarva fimbriolata* (Stal) (Hemiptera: Cercopidae) e de nematóides fitoparasitos, na qualidade tecnológica e na produtividade da cana-de-açúcar. **Neptropical Entomology**, Londrina, v. 31. p. 609-614, 2002.

EL-KADI, M. K. Novas perspectivas no controle de cigarrinhas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 4., 1977, Goiânia. **Anais...**, Goiânia: SEB , 1977. 58-67 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação dos Solos (Rio de Janeiro-RJ). **Manual de métodos de análise de solos**, Rio de Janeiro, 1979. v.1.

EPSTEIN, E. Silicon. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Biology**, Palo Alto, v. 50, p. 641-664, 1999.

ESSER, K. B. Can the application of fused calcium silicate to rice contribute to sustained yield and higher pest resistance?. **Outlook on Agriculture**, London, v. 31, n. 3, p. 199-201, 2002.

FERNANDES, A. C. **Cálculos na Agroindústria da Cana-de-açúcar**, 2. ed. Piracicaba: STAB - Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil. 2003. 240p.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Paulo. **Anais...**, São Paulo: UFSCar, 2000. p. 255-258.

FNP ONLINE. **Cana-de-açúcar**. Disponível em: <http://www.fnp.com.br/integra_noticia.php?idNoticia=218601>. Acesso em: 01 dez. 2006.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1994. 227 p.
FAUTEUX, F.; RÉMUS-BOREL, W.; MENZIES, J.G; BÉLENGER, R.R. The role of silicon in plant-pathogen interactions: Toward a universal model. In: SILICON IN

AGRICULTURE CONFERENCE, 3., 2005, Uberlândia. **Anais...**, Uberlândia: UFU/ICIAG, 2005. 152 p.

GALLO, D.; NAKANO, O.; NETO, S. S.; CARVALHO, R. P. L.; DE BAPTISTA, G. C.; FILHO, E. B.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.

GARCIA, J. F.; BOTELHO, P. S. M. Volta indesejável. **Cultivar Grandes Culturas**: Cana-de-açúcar, Pelotas, ano 7, n. 79, p. 23-25, 2005.

GARCIA, J. F. **Técnica de criação e tabela de vida de *Mahanarva fimbriolata* (Stål, 1854) (Hemiptera: Cercopidae)**. 2002. 59 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

GLÓRIA, N. A.; RODELLA, A. A. Determination of silicon in sugarcane juice. **Revista Agrícola**, Piracicaba, v. 42, n. 2, p. 125-136, 1972.

GOMES, F. B.; MORAIS, J. C.; SANTOS, C. D.; GOUSSAIN, M. M. Resistance induction in wheat plants by silicon and aphids. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 62, n. 6, p. 547-551, nov./dec. 2005.

GONÇALVES, T. D.; MUTTON, M. A.; PEREIRA, D.; CAMPANHÃO, J. M.; MUTTON, M. J. R. Qualidade da matéria-prima em função de diferentes níveis de danos promovidos pela cigarrinha-das-raízes. **STAB-Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 22, n. 2, p. 29-33, 2003.

GOUSSAIN, M. M.; MORAES, J. C.; JANICE, G. CARVALHO, J. G.; NOGUEIRA, N. L.; ROSSI, M. L. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n. 2, abr./jun. 2002.

GOUSSAIN, M. M.; PRADO, E.; MORAES, J. C. Effect of Silicon Applied to Wheat Plants on the Biology and Probing Behavior of the Greenbug *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n. 5, p. 807-813, 2005.

HENDERSON, C. F.; TILTON, E. W. Tests with acaricides against the brow wheat mite. **Journal of Economic Entomology**, California, v. 48, p. 157-161, 1955.

KANAMUGIRE, A.; MEYER, J. H.; HAYNES, R. J.; NAIDOO, G.; KEEPING, M. G. An assessment of soil extraction methods for predicting the silicon requirement of sugarcane. **Proceeding South Africa Sugar Technology**, South Africa, v. 80, p. 287-290, 2006.

KEEPING, M. G.; MEYER, J. H. An overview of the impact of silicon in alleviating biotic and abiotic stress in sugarcane. In: SILICON IN AGRICULTURE CONFERENCE, 3., 2005b, Uberlândia. **Anais...**, Uberlândia: UFU/ICIAG, 2005. 152 p.

KEEPING, M. G.; MEYER, J. H. Effect of four silicon sources on resistance of sugarcane varieties to *Eldana saccharina* walker (Lepidoptera: Pyralidae). **South Africa. Trabalho não publicado. 2003.**

KEEPING, M. G.; MEYER, J. H. **Increased resistance of sugarcane to *Eldana saccharina* walker (Lepidoptera: Pyralidae) with calcium silicate application.** South Africa. Trabalho não publicado. 2000.

KEEPING, M. G.; MEYER, J. H. **Nitrogen and silicon impact on the resistance of sugarcane to *Eldana saccharina* Stalk borer (Lepidoptera: Pyralidae).** In: SILICON IN AGRICULTURE CONFERENCE, 3., 2005, Uberlândia. **Anais...**, Uberlândia: UFU/ICIAG, 2005a. p. 152 p.

KEEPING, M. G.; MEYER, J. H. **Silicon-mediated resistance of sugarcane to *Eldana saccharina* Walker (Lepidoptera: Pyralidae): effects of silicon source and cultivar.** South Africa. Trabalho não publicado. 2006.

KINGSTON, G.; BERTHELSEN, S.; HURNEY, A.P.; RUDD, A.; NOBLE, A. D. Impact of calcium silicate amendments on sugarcane yield and soil properties in Queensland Australia. In: SILICON IN AGRICULTURE CONFERENCE, 3., 2005, Uberlândia. **Anais...**, Uberlândia: UFU/ICIAG, 2005. p. 152 p.

KORNDÖRFER, A. P.; DEL-CLARO, K.; ORFER, G. H. Effect of silicon application on the defense of *Davila elliptical* (Dilleniaceae) against herbivory. In: SILICON IN AGRICULTURE CONFERENCE, 3., 2005, Uberlândia. **Anais...**, Uberlândia: UFU/ICIAG, 2005b. p. 152 p.

KORNDÖRFER, G. H.; BENEDINI, M.; PAULA, F. B.; CHAGAS, R. C. S. Cimento como fonte de silício para a cana-de-açúcar. **STAB-Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v. 19, n. 2, 2000.

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. 1-5, jun. 1995.

KORNDÖRFER, G. H.; NOLLA, A.; RAMOS, L. A. Available silicon in tropical soils and crop yield. In: SILICON IN AGRICULTURE CONFERENCE, 3., 2005, Uberlândia. **Anais...**, Uberlândia: UFU/ICIAG, 2005a. p. 152 p.

KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; CAMARGO, M. S. Papel do Si na produção de cana-de-açúcar. **STAB-Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 21, n. 2, p. 06-09, 2002.

KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; CAMARGO, M. S. **Silicatos de cálcio e magnésio na agricultura.** 3 ed., Uberlândia: UFU/ICIAG, 2004 (Boletim Técnico n. 2).

KORNDÖRFER, G. H.; LEPSH, I. Effect of silicon on plant growth and crop yield. In: DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H.; KORNDORFER, G. H. **Silicon in agriculture**, Amsterdam: Elsevier Science, 2001, p. 209-219.

LAING, M. Silicon research combined with biological control. In: SILICON IN AGRICULTURE CONFERENCE, 3., 2005, Uberlândia. **Anais...**, Uberlândia: UFU/ICIAG, 2005. 152 p.

LAING, M. D.; ADANDONON, A. Silicon and insect management – Review. In: SILICON IN AGRICULTURE CONFERENCE, 3., 2005, Uberlândia. **Anais...**, Uberlândia: UFU/ICIAG, 2005. 152 p.

LEITE, L. G; MACHADO, L. A. ; FILHO, A. B.; GOULART, R. M; FERNANDO M. TAVARES, F. M.; de ALMEIDA¹, J. E. M.; BÚSSOLA, R. A. Avaliação de nematóides entomopatogênicos no controle da cigarrinha-da-raiz da cana-de-açúcar *Mahanarva fimbriolata*. In: REUNIÃO ITINERANTE DE FITOSSANIDADE DO INSTITUTO BIOLÓGICO, 9., 2003, Catanduva, SP. **Anais...**, Sertãozinho: Instituto Biológico, 2003. 107 p.

LIMA FILHO, O. F.; GROTHGE-LIMA, M. T. ; TSAI, S. M. O Silício na Agricultura. **Informações Agrônomicas**, Piracicaba, v. 87. n. 3. p. 1-7, 1999.

LIMA-FILHO, O. F.; MOLDES, C. A.; AZEVEDO, R. A.; GOMES JUNIOR, R. A.; ABDALLA, A. L.; TSAI, S. M. Biochemical responses of wheat under oidium attack in the presence of silicon under hydroponic condition. In: SILICON IN AGRICULTURE CONFERENCE, 3., 2005, Uberlândia. **Anais...**, Uberlândia: UFU/ICIAG, 2005. 152 p.

LORINI, I. Efeito de pós inertes sobre as pragas de grãos de cevada armazenada *Rhyzopertha dominica* e *Sitophilus spp.* **Comunicado Técnico Online**. Embrapa Trigo, Passo Fundo, n. 62, 2001. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_co62.htm>. Acesso: 22 mar. 2003.

LORINI, I.; FERREIRA FILHO, A.; DALBELLO, O. Validação do pó inerte à base de terra de diatomáceas no controle de pragas de milho armazenado em propriedade familiar. **Comunicado Técnico Online**. Embrapa Trigo, Passo Fundo, n. 62, 2001. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_co63.htm>. Acesso: 22 mar. 2003.

MACEDO, N; BOTELHO, P. S. M.; CAMPOS, M. B. S. Controle químico de cigarrinha-da-raiz em cana-de-açúcar e impacto sobre a população de artrópodes. **STAB-Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 21, n. 4, p. 30-33, 2003.

MACEDO, N.; MACEDO, D. **O desenvolvimento da mesofauna na cana crua e o controle de cigarrinha da raiz, broca da cana e *Hiponeuma taltula***. Disponível em: <[http://www.ppi-pic.org/ppiweb/pbrazil.nsf/926048f0196c9d4285256983005c64de/fd2f032570d80045a8f0/\\$FILE/Anais%20Newton%20Macedo.pdf](http://www.ppi-pic.org/ppiweb/pbrazil.nsf/926048f0196c9d4285256983005c64de/fd2f032570d80045a8f0/$FILE/Anais%20Newton%20Macedo.pdf)>. Acesso em: 17 mar. 2005.

MACEDO, N. Monitoramento de população e controle de cigarrinha da raiz em cana-de-açúcar. In: REUNIÃO ITINERANTE DE FITOSSANIDADE DO INSTITUTO BIOLÓGICO, 9., 2003, Catanduva. **Anais...**, Catanduva: Instituto Biológico, 2003. 107 p.

MA, J. F.; MIYAKE, Y.; TAKAHASHI, E. Silicon as a beneficial element for crop plants. In: DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H.; KORNDORFER, G. H. **Silicon in agriculture**, Amsterdam: Elsevier Science, 2001, p. 17-39.

MA, J.F.; TAKAHASHI, E. **Soil, fertilizer, and plant silicon research in Japan**. Amsterdam: Elsevier Science, 2002, 281 p.

MATICHENKOV, V. V.; BOCHARNIKOVA, E. A. The relationship between silicon and soil physical and chemical properties. In: DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H.; KORNDORFER, G. H. **Silicon in agriculture**, Amsterdam: Elsevier Science, 2001, p. 209-219.

MARSCHNER, H. **Mineral Nutrition of higher plants**. San Diego: Academic Press, 1995. 888 p.

MORAES, J. C.; GOUSSAIN, M. M.; BASAGLI, M. A. B.; CARVALHO, G. A.; ECOLE, C. C.; SAMPAIO, M. V. Silicon Influence on the Tritrophic Interaction: Wheat Plants, the Greenbug *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae), and Its Natural Enemies, *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) and *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera: Aphidiidae). **Neotropical Entomology**, Brasil, v. 33, n. 5, p. 619-624, 2004.

NERI, D. K. P.; GOMES, G. B.; COSTA, R. R.; MORAIS, J.C. Effects of silicon on corn resistance to fallarmyworm *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) and its interaction with insect growth regulation. In: SILICON IN AGRICULTURE CONFERENCE, 3., 2005, Uberlândia. **Anais...**, Uberlândia: UFU/ICIAG, 2005. 152 p.

NOLLA, A.; KORNDORFER, G. H.; COELHO, L.; LEMES, E. M.; KAHLAU, J. Effect of calcium silicate and calcium carbonate on *Cercospora sojina* in soybean. In: SILICON IN AGRICULTURE CONFERENCE, 3., 2005, Uberlândia. **Anais...**, Uberlândia: UFU/ICIAG, 2005. 152 p.

NOVARETTI, W. R. T.; PAIVA, L. A.; BELLUCCI, E.; PIVETTA, J. P.; JORGE, E. A.; CAMPOS, R.; NEME, L. H. F. M. Efeito da aplicação dos produtos Aldicarb 150 G e Fipronil 800 WG isolados ou em associação, no controle da cigarrinha-das-raízes da cana-de-açúcar. **STAB-Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 19, n. 5, p. 42-46, 2001.

PASSOS, S. M. G.; FILHO, V. C.; JOSÉ, A. Cana-de-açúcar: pragas e doenças. In:_____. **Principais Culturas**. 2. ed. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1973. p. 406-407.

PRADO, R. M.; FERNANDES, F. M. Escória de siderurgia e calcário na taxa de folhas senescentes na cultura da cana-de-açúcar. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 75, n. 3, p. 311-321, 2000.

PRADO, R. M.; FERNANDES, F. M.; NATALE, W. Efeito residual de escória de siderurgia como corretivo da acidez do solo na soqueira da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, p. 287-296, 2003.

RAIJ, B. Van. **Fertilidade do Solo e Adubação**. Piracicaba - Associação Brasileira Para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, São Paulo: Agronômica Ceres, 1991. 343 p.

RAIJ, B. Van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. FURLANI, A. M. C. **Recomendação de adubação para o estado de São Paulo**. 2 ed. Campinas: IAC, 1997. 285 p. (Boletim técnico, 100).

SAVANT, N. K.; KORNDÖRFER G. H.; SNYDER, G. H.; DATNOFF, L. E. Silicon Nutrition and Sugarcane Production: A review. J. **Plant Nutrition**, New York, v.12, n. 22, 1999. p. 1853-1903.

SARRUGE, J. R.; HAAG, H. P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba: ESALQ, 1974. 54p.

SILVEIRA, R. L. V. de A.; HIGHASHI, E. N. **Aspectos nutricionais envolvidos na ocorrência de doenças com ênfase para o eucalipto**, Piracicaba: Instituto de Pesquisas Estudos Florestais, dez. 2003. (Circular técnica n. 200).

TISDALE, S. L.; NELSON, W. L.; BEATON, J. D. **Soil fertility and fertilizantes: micronutrientes and other beneficial elements in soil and fertilizers**. 4. ed., 1985. 754 p.

THOMAS, P.; COSTAMAGNA, R. K.; PARRELLA, M. P. Potassium silicate enhances resistance/tolerance of ornamental plants to insect attack. In: SILICON IN AGRICULTURE CONFERENCE, 3., 2005, Uberlândia. **Anais...**, Uberlândia: UFU/ICIAG, 2005. 152 p.