

Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”

Bioecologia e manejo da cigarrinha-das-raízes, *Mahanarva fimbriolata*
(Stål, 1854) (Hemiptera: Cercopidae), em cana-de-açúcar

José Francisco Garcia

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em
Ciências. Área de concentração: Entomologia

Piracicaba

2006

José Francisco Garcia
Engenheiro Agrônomo

Bioecologia e manejo da cigarrinha-das-raízes, *Mahanarva fimbriolata*
(Stål, 1854) (Hemiptera: Cercopidae), em cana-de-açúcar

Orientador:

Prof. Dr. JOSÉ DJAIR VENDRAMIM

Co-orientador:

Prof. Dr. PAULO SÉRGIO MACHADO BOTELHO

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em
Ciências. Área de concentração: Entomologia

Piracicaba

2006

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP

Garcia, José Francisco

Bioecologia e manejo da cigarrinha-das-raízes, *Mahanarva fimbriolata* (Stål, 1854) (Hemiptera: Cercopidae), em cana-de-açúcar / José Francisco Garcia. - - Piracicaba, 2006.

99 p. : il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2006.
Bibliografia.

1. Amostragem 2. Cana-de-açúcar 3. Cigarrinhas 4. Controle químico
5. Controle de pragas 6. Ecologia 7. Fungos entomopatogênicos 8. Manejo
integrado I. Título

CDD 632.752

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

*...Já tive o verdadeiro sucesso na vida: ri muito e muitas vezes; ganhei o respeito de pessoas inteligentes; ganhei o reconhecimento de pessoas qualificadas; aprendi suportar a traição de falsos amigos e procurar o melhor nos demais... Por isso dou graças a **Deus** e aos meus pais **Francisco** e **Mercedes**, que através dessa união foi possível contemplar tudo isso e mais essa conquista... Aos meus estimados irmãos, **Jacqueline** e **Jean**, pelo fiel e constante apoio...*

Agradecimentos

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), da Universidade de São Paulo (USP), pela oportunidade desta formação profissional;

Ao Prof. Dr. Paulo Sérgio Machado Botelho, do Departamento de Biotecnologia Vegetal do Centro de Ciências Agrárias (CCA), da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), pela valiosa amizade, orientação, confiança e liberdade para a realização do nosso trabalho;

Ao Prof. Dr. José Djair Vendramim, do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), da Universidade de São Paulo (USP), pela imprescindível oportunidade, sugestões e amizade durante o transcorrer do nosso trabalho;

Ao Prof. Dr. José Roberto Postali Parra, do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), da Universidade de São Paulo (USP), por ter permitido o uso das instalações e equipamentos do Laboratório de Biologia de Insetos durante o trabalho, viabilizando o desenvolvimento deste estudo;

Ao Prof. Dr. Gilberto Casadei de Baptista, do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), da Universidade de São Paulo (USP), por gentilmente realizar as análises cromatográficas deste trabalho;

À Eliane Grisoto, do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), da Universidade de São Paulo (USP), a quem serei sempre grato, pela sua nobre amizade, dedicação e fidelidade ao longo desse trabalho;

À Dr^a. Marinéia de Lara Haddad, do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), da Universidade de São Paulo (USP), pela orientação nas análises estatísticas;

Ao Dr. Uemerson Silva da Cunha, do Departamento de Fitossanidade, da Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel” (FAEM), da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), pela orientação e sugestões no âmbito estatístico;

À Elitamara Morsoletto dos Santos e Maria Aparecida Vicente Cano, da empresa Biocontrol, pela agradável amizade, confiança e apoio;

Ao estimado amigo Edmilson Santos Silva “Baiano”, símbolo de carisma e alegria, pela forte amizade demonstrada durante toda essa caminhada;

Ao eterno amigo Gilberto Ramos Domingues “Pikasso”, exemplo de honestidade, competência e sabedoria, pela profunda e dedicada amizade;

Ao insigne amigo Luciano Pacelli Medeiros de Macedo, exemplo verdadeiro de luta, pela clara, sincera e eterna amizade;

Ao amigo Márcio Aurélio Garcia Correia Tavares, pelo agradável convívio durante toda essa jornada;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo;

Ao Centro de Tecnologia Canavieira (CTC), por ter viabilizado o fornecimento de material vegetal durante toda a execução desse trabalho;

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

RESUMO.....	9
ABSTRACT.....	10
1 INTRODUÇÃO.....	11
Referências.....	13
2 INFLUÊNCIA DE FATORES ABIÓTICOS SOBRE A BIOLOGIA DE <i>Mahanarva fimbriolata</i> (STÅL, 1854) (HEMIPTERA: CERCOPIDAE) EM CONDIÇÕES DE LABORATÓRIO.....	15
Resumo.....	15
Abstract.....	16
2.1 Introdução.....	17
2.2 Material e Métodos.....	18
2.3 Resultados e Discussão.....	21
2.4 Conclusões.....	39
Referências.....	40
3 SÍTIO DE ALIMENTAÇÃO DE <i>Mahanarva fimbriolata</i> (STÅL, 1854) (HEMIPTERA: CERCOPIDAE) EM CANA-DE-AÇÚCAR.....	42
Resumo.....	42
Abstract.....	42
3.1 Introdução.....	43
3.2 Material e Métodos.....	43
3.3 Resultados e Discussão.....	44
3.4 Conclusões.....	45
Referências.....	46

4	FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE <i>Mahanarva fimbriolata</i> (STÅL, 1854) (HEMIPTERA: CERCOPIDAE) EM CANA-DE-AÇÚCAR.....	47
	Resumo.....	47
	Abstract.....	47
4.1	Introdução.....	48
4.2	Material e Métodos.....	49
4.3	Resultados e Discussão.....	51
4.4	Conclusões.....	58
	Referências.....	58
5	DEPOSIÇÃO DE CONÍDIOS E PATOGENICIDADE DE <i>Metarhizium anisopliae</i> SOBRE <i>Mahanarva fimbriolata</i> (STÅL, 1854) (HEMIPTERA: CERCOPIDAE).....	61
	Resumo.....	61
	Abstract.....	61
5.1	Introdução.....	62
5.2	Material e Métodos.....	63
5.3	Resultados e Discussão.....	65
5.4	Conclusões.....	69
	Referências.....	69
6	EFEITO DE VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR SOBRE O DESENVOLVIMENTO DE <i>Mahanarva fimbriolata</i> (STÅL, 1854) (HEMIPTERA: CERCOPIDAE).....	72
	Resumo.....	72
	Abstract.....	72
6.1	Introdução.....	73
6.2	Material e Métodos.....	74
6.3	Resultados e Discussão.....	75

6.4 Conclusões.....	81
Referências.....	81
7 TRANSLOCAÇÃO, RESÍDUO E EFICIÊNCIA DE THIAMETHOXAM NO CONTROLE DE <i>Mahanarva fimbriolata</i> (STÅL, 1854) (HEMIPTERA: CERCOPIDAE) EM CANA-DE-AÇÚCAR.....	83
Resumo.....	83
Abstract.....	83
7.1 Introdução.....	84
7.2 Material e Métodos.....	85
7.3 Resultados e Discussão.....	87
7.4 Conclusões.....	95
Referências.....	95
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	97

RESUMO

Bioecologia e manejo da cigarrinha-das-raízes, *Mahanarva fimbriolata*

(Stål, 1854) (Hemiptera: Cercopidae), em cana-de-açúcar

Os objetivos deste trabalho com *Mahanarva fimbriolata* foram estudar a influência de fatores abióticos (temperatura, umidade e fotoperíodo) sobre sua biologia, avaliar a flutuação populacional, sistema de amostragem de ninfas e adultos e os métodos de controle, biológico com o fungo *Metarhizium anisopliae*, químico com thiamethoxam (Actara® 250 WG) e por resistência varietal. As condições térmicas influem na duração das fases do ciclo, não havendo desenvolvimento embrionário a 32°C. As temperaturas constantes de 30 e 32°C são letais para ninfas, sendo 25°C a temperatura ideal. Os limites térmicos inferiores de desenvolvimento e as constantes térmicas são 11,2°C e 318,2 graus-dias para a fase de ovo e 11,8°C e 468,0 graus-dias para a fase de ninfa. Condições térmicas flutuantes influem na duração das fases do inseto, mas não são letais a nenhuma delas. A umidade influi na duração e viabilidade do período embrionário. O menor período ocorre na umidade de contato, seguido pela UR de 100%. Nas UR de 80, 60 e 40%, não há desenvolvimento embrionário. Ovos expostos a essas umidades por 120 dias e, então, submetidos à umidade de contato, continuam inviáveis ou com baixas viabilidades (9,6; 6,3 e 0%, respectivamente). Indivíduos expostos à fotofase de 10 horas colocam ovos inférteis ou em aparente diapausa. Para sugarem a seiva, as ninfas inserem os estiletos na epiderme da raiz, atravessam todo o córtex e atingem o cilindro vascular, alimentando-se no xilema e no tubo crivado do floema primário. Na lâmina foliar, os adultos introduzem os estiletos, preferencialmente, pelos estômatos, atravessam as células do parênquima clorofiliano e atingem o metaxilema nos feixes vasculares. O aparecimento da cigarrinha está condicionado ao excedente hídrico e à temperatura. É possível se amostrarem adultos, com armadilhas adesivas amarelas e determinar o momento para controlar ninfas de mesma geração. Não há diferença em relação ao número de conídios depositados por ninfa em concentrações que variam de 1,6 a 5,3; 2,9 a 4,9 e 0,7 a 3,6 conídios/ninfa, respectivamente. As maiores mortalidades acumuladas, total e confirmada, de *M. fimbriolata* pulverizada com *M. anisopliae*, oito dias após a inoculação, são constatadas na dosagem de $5,0 \times 10^8$ conídios.ml⁻¹, sendo de 57,5 e 62,3% (total) e 42,7 e 45,2% (confirmada) com pulverização sobre ninfa e espuma, respectivamente. *M. anisopliae* apresenta maior potencial para controle da cigarrinha quando pulverizado sobre a ninfa ou a espuma e sem a lavagem de conídios após a aplicação. Dentre as variedades estudadas, SP81-3250 é a mais suscetível à cigarrinha, possibilitando maior longevidade de machos e fêmeas, maior período de oviposição e elevada fecundidade. A variedade RB72454 reduz em 50% a população de ninfas nas raízes. A aplicação de thiamethoxam, a 1,0 kg p.c./ha, na base das plantas, proporciona controle superior a 90% até 60 DAA e residual de 105 dias (0,02 mg.kg⁻¹) nas raízes. A eficiência de controle na pulverização foliar diminui para 34%, 15 DAA, com resíduos de 2,61 mg.kg⁻¹ nas raízes. Pulverizações dirigidas ao colmo apresentam resíduos inferiores a 0,02 mg.kg⁻¹ nas raízes, sem controle da praga.

Palavras-chave: Fatores abióticos; Exigências térmicas; Amostragem; Controle microbiano; Resistência de plantas; Controle químico.

ABSTRACT

Bioecology and management of the sugarcane spittlebug, *Mahanarva fimbriolata* (Stål, 1854) (Hemiptera: Cercopidae) on sugarcane

The objectives of this work were to study the influence of abiotic factors (temperature, moisture, and photoperiod) on *Mahanarva fimbriolata* biology, and to evaluate population fluctuation, sampling system for nymphs and adults, and biological control with the fungus *Metarhizium anisopliae*, chemical control with thiamethoxam (Actara® 250 WG), and control by varietal resistance. The temperature conditions influence life cycle stage duration; no embryonic development is observed at 32°C. Constant temperatures of 30 and 32°C are lethal to nymphs, whereas 25°C is the ideal temperature. The lower temperature development thresholds and thermal constants are 11.2°C and 318.2 degree-days for the egg stage and 11.8°C and 468.0 degree-days for the nymphal stage. Fluctuating temperature conditions influence stage duration but are not lethal to any of the stages. Humidity influences the duration and viability of the embryonic period. The shortest period occurs at contact humidity, followed by 100% RH. No embryonic development occurs at RH values of 80, 60, and 40%. Eggs exposed to these humidity values for 120 days and then submitted to contact humidity remain unviable or present low viability (9.6; 6.3, and 0%, respectively). Individuals exposed to a 10-hour photophase lay infertile or apparently-diapausing eggs. In order to suck sap, the nymphs insert their stylets into the root epidermis, passing through the entire cortex and reaching the vascular cylinder, feeding on the xylem and on the sieve tube of the primary phloem. On the leaf blade, the adults introduce their stylets preferentially through the stomata, passing through the chlorophyll-bearing parenchyma cells and reaching the metaxylem on the vascular bundles. Spittlebug occurrence is conditioned to water surplus and temperature. Adults can be sampled by means of yellow sticky traps, allowing the control of same-generation nymphs to be synchronized. There are no differences with regard to the number of conidia deposited per nymph at concentrations ranging from 1.6 to 5.3; 2.9 to 4.9; and 0.7 to 3.6 conidia/nymph, respectively. The highest cumulative, total, and confirmed mortalities of *M. fimbriolata* sprayed with *M. anisopliae* eight days after inoculation are verified at a dose of 5.0×10^8 conidia.ml⁻¹, with values of 57.5 and 62.3% (total), and 42.7 and 45.2% (confirmed) when sprayed on the nymphs and on the spittle, respectively. *M. anisopliae* has a greater potential to control spittlebugs when sprayed on nymphs or on the spittle without washing off the conidia after application. Among the varieties studied, SP81-3250 is the most susceptible to the spittlebug, allowing greater longevity of males and females, a longer oviposition period, and high fecundity. Variety RB72454 reduces the nymphal population on roots by 50%. The application of thiamethoxam at 1.0 kg c.p./ha at the base of plants provides control rates higher than 90% until 60 DAA and a residual control of 105 days (0.02 mg.kg⁻¹) on the roots. Leaf spray control effectiveness decreases to 34% at 15 DAA, with residues of 2.61 mg.kg⁻¹ in roots. Sprays directed at the stalk show residues lower than 0.02 mg.kg⁻¹ in roots, without controlling the pest.

Keywords: Abiotic factors; Temperature requirements; Sampling; Microbial control; Plant resistance; Chemical control.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é líder mundial na produção de cana-de-açúcar e seus derivados, tendo colhido uma área superior a 5,6 milhões de hectares em 2004 (FAO, 2006). São Paulo é o Estado líder em produção, com 2,9 milhões de hectares colhidos em 2004 (FNP, 2006). Nos próximos anos, os mercados do açúcar e do álcool serão norteados pela crescente demanda por álcool combustível (FNP, 2006). No entanto, como ocorre com as culturas de importância econômica, a cana-de-açúcar é atacada por inúmeras pragas, dentre elas a cigarrinha-das-raízes, *Mahanarva fimbriolata* (Stål, 1854) (Hemiptera: Cercopidae), a qual se destaca pela sua ampla distribuição pelo território nacional e pela gravidade de seus danos. Em decorrência do aumento de área de cana colhida mecanicamente e da crescente proibição de queima para o corte no Estado de São Paulo, vêm-se observando mudanças no manejo da cultura e, como consequência, em muitas regiões, o aumento na população de *M. fimbriolata*, a qual vinha sendo contida particularmente pelo controle cultural, realizado com a despalha da cana a fogo antes da colheita, que contribui para destruir suas formas biológicas, especialmente ovos em diapausa (BALBO JÚNIOR; MOSSIM, 1999; DINARDO-MIRANDA, 1999). Isto vem ocorrendo especialmente em locais de temperatura elevada, visto que este fator, aliado às condições de alta umidade, proporcionadas pela abundante cobertura vegetal deixada no solo pela colheita da cana crua, são favoráveis ao inseto.

Os fatores climáticos têm grande influência na dinâmica populacional destes insetos, modificando diretamente a duração do ciclo de vida e o potencial reprodutivo das fêmeas e, indiretamente, afetando a população de seus inimigos naturais (BOTELHO et al., 1977; MENDES et al., 1977; BARBOSA et al., 1979). Em São Paulo, o ciclo de *M. fimbriolata* inicia-se em setembro, normalmente, com o início do período das chuvas. A ausência do inseto de maio a setembro é decorrente da associação de falta de água, temperatura mais baixa e menor fotofase. Assim, os ovos colocados na base da touceira na geração de março-abril, encontrando déficit de água em abril-maio, permanecem em diapausa (quiescência) até setembro, quando se inicia um novo ciclo. Então, ocorre a eclosão de ninfas, que resultam no primeiro pico populacional de adultos em novembro-dezembro (pico secundário). Daí para frente, e contando com condições favoráveis de temperatura e umidade, a cigarrinha dá seqüência ao seu ciclo, por mais duas gerações, até chegar ao acme de março-abril, quando então reencontra a situação anterior.

Os ovos de *M. fimbriolata* são depositados nas bainhas próximas à base das touceiras, nos resíduos vegetais e na superfície do solo do canavial. De acordo com Garcia et al. (2006), cada fêmea pode ovipositar, em média, 340 ovos. Vinte dias após a postura ocorre a eclosão da ninfa. Estas são bastante semelhantes ao adulto, diferindo apenas pelo tamanho, ausência de asas e de aparelho reprodutor maduro. Inicialmente são ativas, movimentando-se em busca de alimento. Algumas se fixam, imediatamente, nos coletos e radículas da cana-de-açúcar e começam a sugar seiva e a fabricar espuma, com a qual, em pouco tempo, ficam cobertas. Outras ficam percorrendo a superfície do solo, entre as touceiras, durante algumas horas, até se fixarem. Esta fase tem um período médio de 37 dias, dependendo das condições climáticas. Os adultos são de hábitos crepusculares-noturnos; durante o dia ficam escondidas dentro dos cartuchos ou na parte inferior das folhas e mais saltam do que voam. Os machos apresentam longevidade de 17 dias e as fêmeas de 21 dias, aproximadamente (GARCIA et al., 2006).

Um de seus danos é a “queima da cana-de-açúcar”, consequência da alimentação do adulto. As toxinas, injetadas ao se alimentar, causam redução no tamanho e grossura dos entrenós, que ficam curtos e fibrosos. Isto tem início nas folhas que a princípio apresentam pequenas manchas amarelas que, com o passar do tempo, tornam-se avermelhadas e, finalmente, opacas, reduzindo sensivelmente a capacidade de fotossíntese da planta e, por consequência também, o conteúdo de sacarose no colmo. A perfuração dos tecidos pelo estilete infectado provoca contaminação no líquido nutritivo por microrganismos, causa deterioração dos tecidos de crescimento do colmo e, gradualmente, dos entrenós inferiores até as raízes e pode causar a morte do colmo (GUAGLIUMI, 1972-73; EL-KADI, 1977).

As ninfas ocasionam a “desordem fisiológica” em decorrência das picadas que atingem os vasos lenhosos da raiz, xilema e floema, e os deterioram, dificultando ou impedindo o fluxo de água e de nutrientes (GARCIA et al., 2004). A morte de raízes ocasiona desequilíbrio na fisiologia da planta, caracterizado pela desidratação do floema e do xilema que podem tornar o colmo oco, afinado com o posterior aparecimento de rugas na superfície externa. A praga pode ocasionar ainda a morte de perfilhos, a quebra da dominância apical com o aparecimento de brotações laterais e a mudança na arquitetura da planta que fica com as folhas espalmadas, semelhante às folhas de palmáceas (GALLO et al.; 2002).

A segunda geração de *M. fimbriolata*, geralmente em janeiro, é a causadora das maiores perdas à produção, podendo reduzir em até 26% a produtividade (BOTELHO et al., 2004).

Atualmente, o Nível de Dano Econômico (NDE) e o Nível de Controle (NC) ainda não foram devidamente determinados. O monitoramento de adultos da praga pode ser feito com armadilhas de placa amarelas e o de ninfas, através da contagem de insetos por metro linear, a partir de cinco pontos por hectare, sendo que cada ponto é representado por um metro linear. No presente, utiliza-se o NC de 2 a 3 ninfas por metro linear de sulco, sendo o NDE de 5 a 8 ninfas por metro linear. O monitoramento é imprescindível para se decidir sobre a estratégia de controle da praga, sendo que quando realizado na primeira geração permite um controle mais eficiente (GARCIA; BOTELHO, 2006).

Dessa forma, o manejo de áreas com problemas de cigarrinha-das-raízes, para ser bem sucedido, deverá englobar todas as ferramentas disponíveis, pois para cada situação uma delas deverá se mostrar mais adequada. Dificilmente, uma única ferramenta de manejo será eficiente em todas as condições de cultivo da cana-de-açúcar (DINARDO-MIRANDA, 2004).

Assim, o objetivo geral desse trabalho foi obter informações básicas sobre a bioecologia da cigarrinha-das-raízes através da influência de fatores abióticos, estudar seu nicho de alimentação na planta, bem como monitorar e conhecer a flutuação populacional da praga no período de ocorrência. Três sistemas de controle foram avaliados: o controle microbiano com *Metarhizium anisopliae*; a influência de variedades biologia da praga e o controle químico com thiamethoxam.

Referências

BALBO JÚNIOR, W.; MOSSIM G.C. Ocorrência e tentativa de controle de pragas em cana crua na Usina Santo Antônio. In: SEMANA DA CANA-DE-AÇÚCAR DE PIRACICABA, 4., 1999, Piracicaba. **Anais ...** Piracicaba: STAB, 1999. p. 40-42.

BARBOSA, J.T.; RISCADO, G.M.; LIMA FILHO, M. Flutuação populacional da cigarrinha da cana-de-açúcar e seus inimigos naturais em Campos, RJ, em 1977. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Piracicaba, v. 8, n. 1, p. 39-46, 1979.

BOTELHO, P.S.M.; GARCIA, J.F.; CUNHA, U.S.; HADDAD, M.L. Flutuação populacional e avaliação de danos de *Mahanarva fimbriolata* (Stål, 1854) (Hemiptera: Cercopidae), em cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 20., 2004, Gramado. **Resumos ...** Gramado: Embrapa, 2004. p. 387.

BOTELHO, P.S.M.; MENDES, A.C.; MACEDO, N.; SILVEIRA NETO, S. Curva populacional de *Mahanarva fimbriolata* em Araras - SP, e sua dependência com o balanço hídrico da região. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v. 90, n. 3, p. 11-17, set. 1977.

DINARDO-MIRANDA, L.L. Cigarrinhas em cana crua. In: SEMANA DA CANA-DE-AÇÚCAR DE PIRACICABA, 4., 1999, Piracicaba. **Anais ...** Piracicaba: STAB, 1999. p. 36-37.

DINARDO-MIRANDA, L.L. Cigarrinha-das-raízes em cana-de-açúcar. In: SALVADORI, J.R.; ÁVILA, C.J.; SILVA, M.T.B. (Ed.). **Pragas de solo no Brasil**. Passo Fundo: Fundacep; Embrapa, 2004. cap. 17, p. 495-516.

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

FAO. **Statistical databases**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/340/default.aspx>>. Acesso em: 12 out. 2006.

FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. Cana-de-açúcar. In: _____. **Agriannual 2006**: anuário da agricultura brasileira. São Paulo, 2006. p. 227-248.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BAPTISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; 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 indesejada - estratégias contra a cigarrinha da cana. **Cultivar - Grandes Culturas**, Pelotas, n. 81, p. 37-39, jan. 2006.

GARCIA, J.F.; BOTELHO, P.S.M.; PARRA, J.R.P. Biology and fertility life table of *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae) in sugarcane. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 63, n. 4, p. 317-320, jul./ago. 2006.

GARCIA, J.F.; APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; GRISOTO, E.; PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M. Sítio de alimentação da cigarrinha-da-raiz, *Mahanarva fimbriolata* (Stål, 1854) (Hemiptera: Cercopidae), em cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 20., 2004, Gramado. **Resumos ...** Gramado: Embrapa, 2004. p. 216.

GUAGLIUMI, P. Cigarrinha da raiz. In: _____. **Pragas da cana-de-açúcar**: Nordeste do Brasil. Rio de Janeiro: Instituto do Açúcar e do Alcool, 1972-1973. p. 69-103. (Coleção Canavieira, 10).

MENDES, A.C.; BOTELHO, P.S.M.; MACEDO, N.; SILVEIRA NETO, S. Behavior of the adults of the root froghopper, *Mahanarva fimbriolata* (Stål, 1854) (Hom., Cercopidae), according to climatic parameters. In: INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS CONGRESS, 16., 1977, São Paulo. **Proceedings ...** São Paulo: ISSCT, 1977. p. 617-631.

2 INFLUÊNCIA DE FATORES ABIÓTICOS SOBRE A BIOLOGIA DE *Mahanarva fimbriolata* (STÅL, 1854) (HEMIPTERA: CERCOPIDAE) EM CONDIÇÕES DE LABORATÓRIO

Resumo O objetivo do trabalho foi estudar a influência de fatores abióticos (temperatura, umidade relativa (UR) e fotoperíodo) sobre a biologia da cigarrinha-das-raízes da cana-de-açúcar, *Mahanarva fimbriolata* em experimentos com delineamento inteiramente casualizados. No experimento para determinar as exigências térmicas, foram utilizados sete tratamentos (temperaturas: 18, 20, 22, 25, 28, 30 e 32°C), mantidos em condições de umidade e fotoperíodo constantes (70 ± 10% UR; fotofase: 14h). As condições térmicas influenciaram na duração das diferentes fases do ciclo biológico de *M. fimbriolata*, constatando-se aumento na velocidade de desenvolvimento em função da elevação térmica. A fase de ovo mostrou-se sensível a 32°C, não se observando desenvolvimento embrionário nessa temperatura. As temperaturas constantes de 30 e 32°C foram letais para ninfas. A temperatura mais adequada para o desenvolvimento imaturo de *M. fimbriolata* foi de 25°C. Os limites térmicos inferiores de desenvolvimento e as constantes térmicas foram de 11,2°C e 318,2 graus-dias para a fase de ovo e de 11,8°C e 468,0 graus-dias para a fase de ninfa. Houve relação inversa entre duração e incremento térmico para a longevidade de machos e de fêmeas. A fecundidade foi maior a 25°C totalizando, em média, 446,8 ovos / fêmea. Para determinar o efeito da temperatura flutuante, foram utilizados três tratamentos (temperaturas diurna:noturna, respectivamente, de: 26:21, 24:19 e 21:17°C), mantidos em condições de umidade e fotoperíodo constantes (70 ± 10% UR; fotofase: 14h). As condições térmicas flutuantes influenciaram na duração das diferentes fases do ciclo biológico de *M. fimbriolata*. A 21:17°C foi constatada a maior sensibilidade à oscilação térmica para ovos. Observou-se alongamento no desenvolvimento embrionário de 32,9 para 109,9 dias após o desenvolvimento de *M. fimbriolata* nessa oscilação térmica. As temperaturas flutuantes não foram letais a nenhuma fase do ciclo biológico de *M. fimbriolata*. Para avaliar o efeito da umidade, foi realizado um experimento com cinco tratamentos (umidade de contato, 100, 80, 60 e 40% UR), mantido em temperatura e fotoperíodo constantes (25 ± 1°C; fotofase: 14h). As umidades relativas testadas influenciaram no período de desenvolvimento embrionário e na viabilidade de ovos de *M. fimbriolata*. Constatou-se aumento na duração com a diminuição da umidade. O menor período ocorreu na umidade de contato (16,5 dias), seguido pela umidade relativa de 100% (19,3 dias). As viabilidades para a umidade relativa de contato e de 100% foram de 80,7 e 77,7%, respectivamente. As demais umidades relativas testadas (80, 60 e 40%) impediram o desenvolvimento embrionário. Após 120 dias do início dos testes, os ovos que estavam nessas três condições foram umedecidos por contato, verificando-se que, a 40% UR, os efeitos negativos causados pelas baixas umidades mantiveram-se, não ocorrendo desenvolvimento embrionário. A 80 e 60% UR os valores observados foram de mais 24,0 e de 38,6 dias, respectivamente. As viabilidades foram drasticamente reduzidas para 9,6 e 6,3% (80 e 60% UR, respectivamente). Para determinar o efeito do fotoperíodo, foram utilizados três tratamentos (10, 12 e 14h de fotofase), mantidos em condições de temperatura e umidade constantes (25 ± 1°C; 70 ± 10% UR). Os diferentes fotoperíodos influenciaram na duração das fases do ciclo de *M. fimbriolata*. Constatou-se que indivíduos expostos à fotofase de 10 horas ovipositaram ovos inférteis ou em suposta diapausa. Esses não apresentaram desenvolvimento embrionário durante o período de estudo. Na fotofase de 12 horas, a duração do período de ovo

foi de 19,8 dias. Porém, a viabilidade foi baixa (5%). Ovos provenientes de adultos da criação estoque (fotofase: 14h) não tiveram a duração e a viabilidade afetados.

Palavras-chave: Fatores abióticos; Exigências térmicas; Temperatura base; Constante térmica; Umidade; Fotoperíodo; Cana-de-açúcar.

Influence of abiotic factors on the biology of *Mahanarva fimbriolata* (Stål, 1854) (Hemiptera: Cercopidae) under laboratory conditions

Abstract This work's objective was to study the influence of abiotic factors (temperature, relative humidity (RH), and photoperiod) on the biology of the sugarcane spittlebug, *Mahanarva fimbriolata*, in completely randomized design experiments. Seven treatments were used in an experiment to determine temperature requirements (temperatures: 18, 20, 22, 25, 28, 30, and 32°C), maintained under constant humidity and photoperiod conditions (70 ± 10% RH; photophase: 14h). The temperature conditions influenced duration of the various biological-cycle stages of *M. fimbriolata*. An increase in development velocity was verified due to increased temperature. The egg stage was sensitive at 32°C, and no embryonic development was observed at this temperature. Constant temperatures of 30 or 32°C were lethal to nymphs. The most suitable temperature for *M. fimbriolata* immature development was 25°C. The lower temperature development thresholds and thermal constants were 11.2°C and 318.2 degree-days for the egg stage and 11.8°C and 468.0 degree-days for the nymphal stage. There was an inverse relation between duration and temperature increase on the longevity of males and females. Fecundity was higher at 25°C, totaling 446.8 eggs/female on average. Three treatments were used to determine the effect of fluctuating temperatures (daytime:nighttime temperatures of: 26:21; 24:19; and 21:17°C, respectively), maintained under constant humidity and photoperiod conditions (70 ± 10% RH; photophase: 14h). The fluctuating temperature conditions influenced duration of the various biological-cycle stages of *M. fimbriolata*. The greatest sensitivity to temperature oscillation for eggs was verified at 21:17°C. Embryonic development was extended from 32.9 to 109.9 days after *M. fimbriolata* developed under this temperature oscillation. The fluctuating temperatures were not lethal to any stage of the biological cycle of *M. fimbriolata*. An experiment was carried out to evaluate the effect of humidity, consisting of five treatments (contact humidity, 100, 80, 60, and 40% RH), under constant temperature and photoperiod (25 ± 1°C; photophase: 14h). The relative humidities tested influenced the embryonic development period and viability of the egg stage of *M. fimbriolata*. Increased duration was observed as humidity decreased. The shortest period occurred at contact humidity (16.5 days), followed by 100% relative humidity (19.3 days). The viability values for contact and 100% relative humidity were 80.7 and 77.7%, respectively. The other relative humidities tested (80, 60, and 40%) prevented embryonic development. One hundred and twenty days after the tests began, the eggs maintained at those three humidity values were moistened by contact. It was verified that at 40% RH, the negative effects caused by low humidity were maintained, and no embryonic development occurred. At 80 and 60% RH, values of 144.0 and 158.6 days were observed, respectively. Viability was dramatically reduced to 9.6 and 6.3% (80 and 60% RH respectively). Finally, three treatments were used to determine the photoperiod effect (10, 12, and 14h photophase), maintaining constant

temperature and humidity conditions ($25 \pm 1^\circ\text{C}$; $70 \pm 10\%$ RH). The different photoperiods influenced duration of the various biological-cycle stages of *M. fimbriolata*. It was verified that individuals exposed to the 10-hour photophase oviposited infertile or supposedly-diapausing eggs. These eggs did not show embryonic development during the study period, differently than eggs from the stock rearing (14h photophase), which had normal duration and viability. At the 12-hour photophase, duration of the egg period was 19.8 days. However, viability was low (5%).

Keywords: Abiotic factors; Temperature requirements; Base temperature; Thermal constant; Humidity; Photoperiod; Sugarcane.

2.1 Introdução

Temperatura (constante ou variável), umidade relativa e fotoperíodo podem afetar o potencial reprodutivo e o desenvolvimento dos insetos, atuando positiva ou negativamente sobre o número de indivíduos de uma população (TAUBER; TAUBER, 1986).

Compreender a sazonalidade e os fatores controladores da diapausa pode ser de grande importância para prever o comportamento dos insetos no campo e em laboratório, permitindo uma adequada manipulação dos mesmos (BICHÃO, 1989).

A incidência, manutenção e término da dormência dependem da sensibilidade do inseto à qualidade espectral da luz, fotoperíodo, temperatura (constante ou variável), substâncias químicas naturais, idade materna, alimento, estação do ano e a interação desses fatores (MANSINGH, 1971; SILVEIRA NETO et al., 1976).

A temperatura é um fator ambiental, ecológica e biologicamente importante para os insetos, afetando diretamente o desenvolvimento, metamorfose, reprodução e comportamento e, indiretamente, sua alimentação (ANDREWARTHA; BIRCH, 1954; CAMMELL; KNIGHT, 1992). Os seus efeitos sobre os insetos têm sido comprovados em inúmeras pesquisas conduzidas sob condições artificiais, com trabalhos demonstrando sua influência sobre a duração e velocidade de desenvolvimento de diversas espécies.

Assim, conhecendo-se as exigências térmicas, torna-se possível fazer-se uma previsão ou mesmo controlar a produção do inseto em laboratório. Isso porque as necessidades térmicas dos insetos são avaliadas pela constante térmica (K), a qual desde há muitos anos é utilizada em previsão de crescimento de plantas. Esta hipótese parte do princípio de que a duração do

desenvolvimento pela temperatura é uma constante, sendo o somatório da temperatura computado a partir do limiar térmico inferior (T_b) (PARRA, 1997; PARRA, 2001).

Também o fotoperíodo é um componente abiótico que pode afetar a fisiologia, biologia e comportamento dos insetos (BECK, 1980).

O insucesso no controle de pragas, muitas vezes, se deve à época inadequada de aplicar os diferentes métodos possíveis. A previsão de ocorrência da praga, com base nas exigências térmicas, pode, assim, melhorar a eficiência de controle.

A utilização de modelos de graus-dias de laboratório tem auxiliado os programas de manejo (HIGLEY et al., 1986) e tem permitido conhecer a dinâmica populacional de pragas, determinar com mais eficiência a época de amostragem e definir o número de gerações das mesmas.

O objetivo desta pesquisa foi estudar a biologia de *Mahanarva fimbriolata* em diferentes temperaturas e determinar as exigências térmicas das fases de seu desenvolvimento; estimar, com base em suas normais térmicas (isotermas), o número de gerações anuais durante o período de ocorrência da praga (outubro - março) no Estado de São Paulo e verificar a influência de temperaturas flutuantes e do fotoperíodo sobre o ciclo biológico (ovo-adulto) da praga e da umidade sobre a fase de ovo.

2.2 Material e Métodos

Os insetos utilizados nos experimentos foram criados no Laboratório de Biologia de Insetos do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), Universidade de São Paulo (USP), em Piracicaba, São Paulo, de acordo com técnica de Garcia (2002). Para estabelecer a criação de manutenção, coletaram-se insetos em talhão de cana-de-açúcar, variedade SP80-1842, da Usina São João, localizada no município de Araras, SP (latitude: 22°21'25" Sul, longitude: 47°23'03" Oeste e Altitude: 629 metros).

Exigências térmicas: Para estimar as exigências térmicas do período embrionário foram utilizados ovos de *M. fimbriolata* da criação estoque. Ovos do dia foram distribuídos em placas de Petri (6cm \varnothing x 2cm de altura), forradas com papel filtro umedecido. As placas foram fechadas e vedadas com filme de plástico PVC e acondicionadas em sete câmaras climatizadas (18, 20, 22,

25, 28, 30 e 32°C; 70 ± 10% UR; fotofase: 14h), tendo sido verificada, diariamente, a eclosão de ninfas. Observaram-se 500 ovos em cada temperatura, divididos em cinco placas com 100 ovos cada.

Para estimar as exigências térmicas da fase de ninfa, os insetos foram mantidos em raízes de plantas de cana-de-açúcar (variedade SP80-1842), plantadas em recipientes de 200 ml, encaixadas sobre a tampa perfurada de potes de 500 ml e substituídas, quando apresentavam sinais de debilidade (amarelecimento de folhas). As ninfas foram mantidas nas temperaturas citadas até a fase adulta, sendo avaliadas, diariamente, a duração e a viabilidade. Para cada temperatura foram utilizadas 20 plantas e cada uma delas recebeu cinco ninfas, totalizando, assim, 100 indivíduos por temperatura.

Para estudar a longevidade e a fecundidade foram individualizados 40 casais de *M. fimbriolata* em gaiolas cilíndricas de plástico transparente (10cm Ø x 70cm de altura), conforme Garcia (2002), alimentados com plantas de cana-de-açúcar, variedade SP80-1842, e acondicionados em câmaras climatizadas, reguladas às condições descritas. Diariamente, foram avaliados o número de ovos colocados, a longevidade de adultos e a viabilidade da terceira postura.

A partir dos resultados obtidos, determinou-se o limite térmico inferior de desenvolvimento (T_b) e a constante térmica (K), pelo método da hipérbole, utilizando-se o software MOBAE (Modelos Bioestatísticos Aplicados à Entomologia) (HADDAD et al., 1999). O delineamento experimental, inteiramente casualizado para ovos e ninfas, com sete tratamentos (temperatura), teve cinco e 20 repetições, respectivamente. Os parâmetros avaliados foram submetidos à análise de variância ANOVA, e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Temperatura flutuante: Foram utilizadas câmaras climatizadas com temperaturas diurna:noturna de 24:19, 21:17 e 26:21°C, a 70 ± 10% de UR e fotofase de 14h para verificar a influência da temperatura flutuante, diurna:noturna, sobre o desenvolvimento embrionário e sua viabilidade. Essas temperaturas (tratamentos) foram selecionadas por representarem a faixa térmica média das principais regiões produtoras de cana-de-açúcar do estado de São Paulo. Os ovos do dia, provenientes da criação estoque, foram distribuídos em placas de Petri (6cm Ø x 2cm de altura), forradas com papel filtro umedecido. As placas foram fechadas e vedadas com filme de plástico PVC e acondicionadas nas respectivas câmaras climatizadas. Diariamente, a

eclosão de ninfas foi verificada. Observaram-se 500 ovos por tratamento, divididos em cinco placas com 100 ovos cada.

Para estudar a influência da temperatura flutuante sobre a fase de ninfa, estas foram mantidas em raízes de plantas de cana-de-açúcar da variedade SP80-1842, mantidas conforme descrito acima (exigências térmicas). As ninfas, nas temperaturas flutuantes, foram acompanhadas até a fase adulta, sendo diariamente observadas anotando-se a mortalidade quando ocorria. Em cada planta foram colocadas cinco ninfas, totalizando 100 indivíduos por tratamento.

Para se observar a longevidade e a fecundidade de adultos, 40 casais (repetições) de *M. fimbriolata* foram individualizados em gaiolas cilíndricas de plástico transparente, mantidos conforme descrito (exigências térmicas) e acondicionados em câmaras climatizadas, nas temperaturas flutuantes utilizadas para o período embrionário e de ninfa. Em cada tratamento, foram observados o número de ovos colocados, a viabilidade da segunda postura e a longevidade de adultos.

Os resultados observados, nos experimentos inteiramente casualizados, com ovos, ninfas e adultos foram submetidos à análise de variância ANOVA, e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Exigências hídricas: A influência da umidade sobre o período embrionário de *M. fimbriolata* foi estudada a partir de ovos obtidos da criação estoque, transferidos e distribuídos em placas de Petri (6cm \varnothing x 2cm de altura) mantidas em quatro dessecadores com diferentes umidades relativas (40, 60, 80 e 100%). Estas foram obtidas por meio de soluções de H₂SO₄ de diferentes normalidades (CLOUDSLEY-THOMPSON, 1967) e testemunha (umidade de contato), sendo as umidades mantidas diretamente no papel filtro, à temperatura constante de $25 \pm 1^\circ\text{C}$ e fotofase de 14 horas. As placas foram fechadas com tampa perfurada e telada para evitar a fuga de ninfas e vedadas, lateralmente, com filme de plástico PVC. Foram utilizados 500 ovos em cada umidade, com cinco repetições com 100 ovos cada. Diariamente, durante 120 dias, foram observados o período de incubação e a viabilidade da fase embrionária. Após 120 dias, os ovos originalmente submetidos às umidades relativas de 40, 60 80% foram submetidos à umidade de contato, avaliando-se o período de incubação e a viabilidade por mais 60 dias. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância ANOVA, e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Fotoperíodo: Para estudar a influência desta variável climática no desenvolvimento embrionário foram utilizadas três câmaras climatizadas com diferentes fotofases (10, 12 e 14h) a temperatura constante de $25 \pm 1^\circ\text{C}$ e $70 \pm 10\%$ UR. Essas fotofases foram selecionadas por representarem à faixa de luz média das principais regiões produtoras de cana-de-açúcar do estado de São Paulo. Os ovos utilizados, provenientes da criação estoque, foram distribuídos em placas de Petri (6cm \varnothing x 2cm de altura), forradas com papel filtro umedecido. As placas fechadas foram vedadas com filme de plástico PVC e acondicionadas nas respectivas câmaras climatizadas. Diariamente, a eclosão de ninfas foi verificada. Observaram-se 500 ovos em cada fotofase, divididos em cinco placas com 100 ovos cada.

Para estimar a influência da fotofase sobre a fase de ninfa, os insetos foram mantidos em raízes de plantas de cana-de-açúcar da variedade SP80-1842, mantidas conforme descrito (exigências térmicas). As ninfas, nas diferentes fotofases, foram observadas até a fase adulta, avaliando-se diariamente a mortalidade ninfal. Em cada planta foram colocadas cinco ninfas, totalizando 100 indivíduos por temperatura.

A longevidade e a fecundidade de adultos foram observadas individualizado-se 40 casais de *M. fimbriolata* em gaiolas cilíndricas de plástico transparente (10cm \varnothing x 70cm de altura), alimentados em plantas de cana-de-açúcar, variedade SP80-1842, acondicionadas em câmaras climatizadas, nas respectivas fotofases utilizadas para o desenvolvimento embrionário e de ninfa. Foi observado o número de ovos colocados, a viabilidade da terceira postura e a longevidade de adultos.

Os resultados observados, nos experimentos inteiramente casualizados, com ovos, ninfas e adultos foram submetidos à análise de variância ANOVA, e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

2.3 Resultados e Discussão

Exigências térmicas: A duração e a viabilidade das diferentes fases do ciclo de *M. fimbriolata* foram influenciadas pela temperatura. Houve diminuição na duração do período embrionário, com o aumento da temperatura, na faixa térmica de 18°C (62,3 dias) a 30°C (18,2 dias), embora na faixa de 25 a 30°C não tenha ocorrido diferença significativa entre as médias. A 25°C a duração foi de 20,1 dias, próxima àquela relatada por Garcia et al. (2006) (20,8 dias) na

mesma temperatura. A viabilidade foi elevada em todas as temperaturas, variando de 68,9% (18°C) a 85,4% (25°C). A 25°C, a viabilidade foi superior àquelas encontradas nas temperaturas de 18 e 20°C, mas não diferiu dos valores registrados nas demais temperaturas. A 32°C não houve desenvolvimento embrionário (Tabela 1).

Tabela 1 - Duração e viabilidade médias \pm erro padrão (E.P.) e intervalo de variação (I.V.) da fase de ovo da cigarrinha-das-raízes, *M. fimbriolata*, em cana-de-açúcar para diferentes temperaturas. (70 \pm 10% UR e fotofase: 14 h)

Temperatura (°C)	Duração (dias)		Viabilidade (%)	
	Média \pm E.P.	I.V.	Média \pm E.P.	I.V.
18	62,3 \pm 2,8 a	57,9 - 67,5	68,9 \pm 2,0 a	65,0 - 71,7
20	37,5 \pm 1,4 b	35,7 - 40,3	72,8 \pm 0,6 ab	71,7 - 73,8
22	25,0 \pm 0,6 c	24,1 - 26,2	79,6 \pm 3,5 abc	74,3 - 86,3
25	20,1 \pm 0,1 cd	19,9 - 20,3	85,4 \pm 0,1 c	80,0 - 88,6
28	19,5 \pm 0,4 cd	18,9 - 20,2	81,2 \pm 0,4 bc	76,3 - 88,6
30	18,2 \pm 0,1 d	17,9 - 18,4	76,0 \pm 0,1 abc	73,3 - 78,6
32	---	---	---	---

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Para a fase de ninfa (Tabela 2), a tendência do efeito negativo das altas temperaturas se manteve, pois não ocorreu desenvolvimento de ninfa a 30 e 32°C. Nos demais tratamentos houve diferença significativa entre todos os valores, verificando-se a redução dessa fase com o aumento da temperatura, variando de 29,7 dias a 28°C a 75,8 dias a 18°C. Na temperatura de 25°C, a duração média foi de 34,2 dias, próxima a 37,1 dias, relatada por Garcia et al. (2006).

Tabela 2 - Duração e viabilidade médias \pm erro padrão (E.P.) e intervalo de variação (I.V.) da fase de ninfa da cigarrinha-das-raízes, *M. fimbriolata*, em cana-de-açúcar para diferentes temperaturas. (70 \pm 10% UR e fotofase: 14 h)

Temperatura (°C)	Duração (dias)		Viabilidade (%)	
	Média \pm E.P.	I.V.	Média \pm E.P.	I.V.
18	75,8 \pm 0,5 a	72,0 - 78,5	65,0 \pm 5,0 a	40,0 - 80,0
20	61,3 \pm 0,7 b	58,0 - 65,3	76,7 \pm 3,3 ab	60,0 - 100,0
22	43,4 \pm 0,3 c	42,0 - 45,2	81,7 \pm 5,75 abc	40,0 - 100,0
25	34,2 \pm 0,3 d	33,4 - 36,8	95,0 \pm 2,6 c	80,0 - 100,0
28	29,7 \pm 0,2 e	28,5 - 30,8	88,3 \pm 6,7 bc	40,0 - 100,0
30	---	---	---	---
32	---	---	---	---

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Considerando-se toda a fase imatura, observa-se que temperaturas constantes iguais ou superiores a 30°C, embora não afetem a fase de ovo, provocam 100% de mortalidade das ninfas de *M. fimbriolata*. Já na menor temperatura (18°C), apesar de haver alongamento do ciclo biológico, observou-se alta viabilidade para as fases de desenvolvimento, o que indica que para essa espécie, baixas temperaturas constantes não prejudicam o seu desenvolvimento.

Os limiares térmicos inferiores de desenvolvimento (temperatura base) para as fases de ovo, ninfa e ciclo total (ovo-adulto) foram de 11,2°C; 11,8°C e 11,8°C, respectivamente. As constantes térmicas foram de 318,2; 468,0 e 786,2 G.D., respectivamente. O coeficiente de determinação foi superior a 0,8952; como preconizado pelo método da hipérbole (0,9) (Tabela 3).

Tabela 3 - Limiar térmico inferior de desenvolvimento (T.b.), constante térmica (K), equação de regressão (1/D) e coeficiente de determinação (R²) para as fases de ovo, ninfa e ciclo total (ovo - adulto) de *M. fimbriolata*.

Fases (Período)	Tb (°C)	K (GD)	Equação de Regressão	R²	P
Ovo	11,2	318,2	$y = 0,0031x - 0,0351$	0,9052	$\leq 0,05$
Ninfa	11,8	468,0	$y = 0,0021x - 0,0252$	0,9831	$\leq 0,05$
Ovo - Adulto	11,8	786,2	$y = 0,0014x - 0,0165$	0,9611	$\leq 0,05$

A quantidade de graus-dias (GD) acumulados acima do limiar térmico inferior de desenvolvimento (11,8°C), durante o ciclo de ocorrência da praga (outubro a março), foi de 2367,5 GD (região de Jaboticabal - SP), perfazendo dessa forma, três gerações.

O limiar térmico inferior de desenvolvimento diminui com o aumento da latitude. Espécies que vivem nos trópicos possuem uma temperatura base maior (13,7°C) do que espécies que vivem em regiões subtropicais (10,5°C) e regiões temperadas (7,9°C) (HONÉK, 1996). Sabe-se também que a alimentação (ZEISS et al., 1996; MIHSFELDT, 1998) e a origem geográfica (diferentes populações) (BLEICHER; PARRA, 1990) influenciam as exigências térmicas.

Embora a fecundidade de *M. fimbriolata* tenha variado entre 117,0 e 446,8 ovos por fêmea, não houve diferença significativa entre as médias. Por outro lado, observou-se haver tendência de menor postura nas temperaturas extremas de 18°C (186,6 ovos) e 32°C (117,0 ovos), em relação aos valores registrados na faixa de 20 a 30°C e principalmente em comparação com a média de 446,8 ovos constatado a 25°C (Tabela 4).

Tabela 4 - Fecundidade média \pm erro padrão (E.P.) e intervalo de variação (I.V.) de cigarrinhas-raízes, *M. fimbriolata*, em cana-de-açúcar para diferentes temperaturas. (70 \pm 10% UR e fotofase: 14 h)

Temperatura (°C)	Número de ovos / fêmea	
	Média \pm E.P.	I.V.
18	186,6 \pm 71,9	15,0 - 411,0
20	231,1 \pm 59,9	48,0 - 662,0
22	333,2 \pm 88,0	80,0 - 868,0
25	446,8 \pm 69,6	105,0 - 721,0
28	309,0 \pm 98,6	17,0 - 720,0
30	240,9 \pm 75,2	121,0 - 756,0
32	117,0 \pm 29,4	31,0 - 244,0

Não houve diferença estatística entre as médias.

Alguns autores citam diferentes valores de fecundidade para *M. fimbriolata*, em temperaturas médias próximas a 25°C. Moreira (1925) observou que, excepcionalmente, cada fêmea pode conter até 120 ovos no seu ovário, mas que oviposita somente entre 8 a 14, enquanto Barbosa et al. (1980) relataram capacidade média de postura de 146,3 ovos por fêmea. Essa variação de número pode estar relacionada com a técnica de criação, o substrato utilizado para postura e o alimento fornecido à ninfa (diferentes variedades). Na temperatura de 25°C, Garcia (2006) relatou fecundidade de 342,1 ovos, valor próximo ao obtido neste trabalho à mesma temperatura.

A temperatura também afetou a longevidade de adultos. Os machos mantidos a 18 e 20°C viveram, respectivamente, 37,0 e 35,3 dias, valores significativamente maiores que os registrados para os machos mantidos nas temperaturas de 30°C (14,3 dias) e 32°C (9,6 dias), constatando-se a 25°C valor intermediário (20,6 dias) (Tabela 5). A longevidade das fêmeas também foi afetada pela temperatura, tendo sido maior a 18°C (43,4 dias) e a 20°C (38,7 dias) quando comparada com a faixa de 25 a 32°C, em que os valores obtidos variaram de 20,3 a 14,0 dias (Tabela 5). A comparação entre os sexos demonstrou que machos e fêmeas são igualmente influenciados pela temperatura não havendo diferença entre os valores de longevidade de ambos para uma mesma temperatura. A longevidade relatada por Moreira (1925), tanto para machos como para fêmeas,

foram próximas de 21 e 20 dias, respectivamente. Garcia et al. (2006) observaram a longevidade média de machos (17,6 dias) e de fêmeas (22,6 dias) por três gerações, sendo os valores, estatisticamente diferentes entre si.

Tabela 5 - Longevidade média \pm erro padrão (E.P.) e intervalos de variação (I.V.) para machos e fêmeas da cigarrinha-das-raízes, *M. fimbriolata*, em cana-de-açúcar para diferentes temperaturas. ($70 \pm 10\%$ UR e fotofase: 14 h)

Temperatura (°C)	Longevidade (dias)			
	Macho		Fêmea	
	Média \pm E.P.	I.V.	Média \pm E.P.	I.V.
18	37,0 \pm 3,4 a A	24,0 - 49,0	43,4 \pm 3,5 a A	29,0 - 53,0
20	35,3 \pm 4,1 ab A	20,0 - 52,0	38,7 \pm 4,9 a A	23,0 - 50,0
22	23,3 \pm 5,3 abc A	7,0 - 44,0	30,0 \pm 5,7 ab A	17,0 - 48,0
25	20,6 \pm 4,1 abc A	14,0 - 45,0	20,3 \pm 2,2 b A	14,0 - 27,0
28	18,7 \pm 4,0 bc A	9,0 - 41,0	19,0 \pm 4,2 b A	8,0 - 42,0
30	14,3 \pm 3,1 c A	5,0 - 25,0	15,1 \pm 1,7 b A	9,0 - 20,0
32	9,6 \pm 2,5 c A	3,0 - 21,0	14,0 \pm 3,2 b A	2,0 - 27,0

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Os períodos de pré-oviposição e oviposição também sofreram a influência da temperatura. A 18°C, as fêmeas apresentaram período de pré-oviposição de 10 dias, valor superior àqueles registrados para fêmeas mantidas na faixa de 25 a 32°C (5,1 a 4,0 dias) que não diferiram entre si. Em relação ao período de oviposição, embora os valores tenham variado entre 9,4 e 30,7 dias, a diferença significativa só foi constatada entre os dados obtidos a 18°C (30,7 dias) e a 30°C (12,6 dias) e 32°C (9,4 dias) (Tabela 6).

Tabela 6 - Períodos de pré-oviposição e de oviposição médios \pm erro padrão (E.P.) e intervalos de variação (I.V.) de cigarrinha-das-raízes, *M. fimbriolata*, em cana-de-açúcar para diferentes temperaturas. (70 \pm 10% UR e fotofase: 14 h)

Temperatura (°C)	Pré-oviposição (dias)		Oviposição (dias)	
	Média \pm E.P.	I.V.	Média \pm E.P.	I.V.
18	10,0 \pm 0,6 a	8,0 - 12,0	30,7 \pm 4,1 a	15,0 - 47,0
20	9,1 \pm 0,4 ab	8,0 - 11,0	28,1 \pm 3,6 ab	14,0 - 39,0
22	7,1 \pm 0,1 b	7,0 - 8,0	23,4 \pm 4,2 abc	11,0 - 35,0
25	5,1 \pm 0,3 c	4,0 - 6,0	18,6 \pm 5,6 abc	13,0 - 41,0
28	5,0 \pm 0,4 c	4,0 - 7,0	14,4 \pm 4,4 abc	5,0 - 38,0
30	4,1 \pm 0,1 c	4,0 - 5,0	12,6 \pm 2,4 bc	8,0 - 27,0
32	4,0 \pm 0,0 c	4,0 - 4,0	9,4 \pm 2,6 c	2,0 - 21,0

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

A duração e a viabilidade da fase de ovo de *M. fimbriolata*, oriundo de indivíduos criados nessas mesmas temperaturas, não variaram em função da temperatura. O período embrionário não diminuiu com o aumento de temperatura, na faixa térmica entre 18°C (18,7 dias) e 32°C (17,9 dias) e nem a viabilidade foi afetada, embora esta tenha variado entre 68,0 e 94,0% (Tabela 7). Na temperatura de 25°C, a duração foi de 17,2 dias, próxima a 20,8 dias, relatada por Garcia et al. (2006).

Tabela 7 - Duração e viabilidade médias \pm erro padrão (E.P.) e intervalo de variação (I.V.) da fase de ovo da cigarrinha-das-raízes, *M. fimbriolata*, em cana-de-açúcar provenientes de adultos criados em diferentes temperaturas. (Temperatura: $25 \pm 1^\circ\text{C}$; 70 \pm 10% UR e fotofase: 14 h)

Temperatura ($^\circ\text{C}$)	Duração (dias)		Viabilidade (%)	
	Média \pm E.P.	I.V.	Média \pm E.P.	I.V.
18	18,7 \pm 0,8	16,9 - 20,7	68,0 \pm 10,3	44,0 - 88,0
20	18,2 \pm 0,9	16,8 - 20,7	76,5 \pm 10,3	54,0 - 96,0
22	17,1 \pm 0,7	15,6 - 18,8	89,0 \pm 4,5	76,0 - 96,0
25	17,2 \pm 0,7	15,6 - 18,9	94,0 \pm 2,2	90,0 - 100,0
28	16,1 \pm 0,5	14,8 - 17,3	74,5 \pm 6,7	64,0 - 94,0
30	16,9 \pm 1,0	15,4 - 19,4	83,50 \pm 6,8	66,0 - 96,0
32	17,9 \pm 0,7	16,7 - 19,8	69,50 \pm 3,3	62,0 - 76,0

Não houve diferença estatística entre as médias.

Temperatura flutuante: As temperaturas flutuantes avaliadas influenciaram, parcialmente, as fases do ciclo de *M. fimbriolata*. O período embrionário aumentou progressiva e significativamente em função da diminuição da temperatura diurna:noturna (Tabela 8), registrando-se 20,1 dias a 26:21 $^\circ\text{C}$ em comparação a 32,9 dias a 21:17 $^\circ\text{C}$. Deve-se ressaltar que tais ovos foram provenientes de indivíduos criados sob as mesmas condições mantidas por Garcia (2002) ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, 70 \pm 10% UR e fotofase: 14 h). Apesar da sensibilidade apresentada pela fase, não foi verificada nenhuma influência na viabilidade, cujos valores variaram de 87,5 a 92,0% nas três condições testadas.

Tabela 8 - Duração e viabilidade médias \pm erro padrão (E.P.) e intervalo de variação (I.V.) da fase de ovo da cigarrinha-das-raízes, *M. fimbriolata*, em cana-de-açúcar para diferentes temperaturas flutuantes. (70 \pm 10% UR e fotofase: 14 h)

Temperatura (°C) Dia:Noite	Duração (dias)		Viabilidade (%)	
	Média \pm E.P.	I.V.	Média \pm E.P.	I.V.
26:21	20,1 \pm 0,1 a	19,8 - 20,2	92,0 \pm 1,8 a	88,0 - 96,0
24:19	23,9 \pm 0,1 b	23,7 - 24,2	90,0 \pm 0,8 a	88,0 - 92,0
21:17	32,9 \pm 0,4 c	32,1 - 33,6	87,5 \pm 4,6 a	76,0 - 96,0

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

De forma análoga, as temperaturas flutuantes influenciaram a duração do período de ninfa, mas não afetaram a viabilidade desse período quando os indivíduos foram mantidos nas respectivas faixas de temperatura mencionadas. Assim, os valores médios de duração às temperaturas de 26:21, 24:19 e 21:17°C (38,1; 42,9 e 60,1 dias, respectivamente) diferiram entre si, o mesmo não ocorrendo com a viabilidade, que variou de 38,0 a 54,0% (Tabela 9). Garcia et al. (2006) obtiveram resultado próximo para o período de desenvolvimento de ninfa (37 dias) à temperatura de 26:21°C, mas a viabilidade foi de 94%, quando os indivíduos foram mantidos a 25°C.

Tabela 9 - Duração e viabilidade médias \pm erro padrão (E.P.) e intervalo de variação (I.V.) da fase de ninfa da cigarrinha-das-raízes, *M. fimbriolata*, em cana-de-açúcar para diferentes temperaturas flutuantes. (70 \pm 10% UR e fotofase: 14 h)

Temperatura (°C) Dia:Noite	Duração (dias)		Viabilidade (%)	
	Média \pm E.P.	I.V.	Média \pm E.P.	I.V.
26:21	38,1 \pm 0,3 a	36,6 - 40,5	38,0 \pm 4,7 a	20,0 - 60,0
24:19	42,9 \pm 0,4 b	41,0 - 44,5	49,5 \pm 5,3 a	20,0 - 80,0
21:17	60,1 \pm 0,4 c	58,3 - 62,0	54,0 \pm 6,0 a	20,0 - 80,0

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Embora as longevidades dos machos tenham variado de 18,5 dias a 26:21°C e 25,1 a 21:17°C, não houve diferença significativa entre as médias. Já para as fêmeas a variação foi significativa entre os períodos para os valores extremos de temperaturas flutuantes (13,4 dias a 26:21°C e 29,1 a 21:17°C) (Tabela 10). Assim, neste trabalho, não se confirmaram as diferenças encontradas por Garcia et al. (2006) em relação à longevidade entre machos e fêmeas.

Tabela 10 - Longevidade média \pm erro padrão (E.P.) e intervalos de variação (I.V.) de machos e de fêmeas da cigarrinha-das-raízes, *M. fimbriolata*, em cana-de-açúcar para diferentes temperaturas flutuantes. (70 \pm 10% UR e fotofase: 14 h)

Temperatura (°C) Dia:Noite	Longevidade (dias)			
	Macho		Fêmea	
	Média \pm E.P.	I.V.	Média \pm E.P.	I.V.
26:21	18,5 \pm 2,7 a	5,0 - 30,0	13,4 \pm 2,8 a	1,0 - 22,0
24:19	22,5 \pm 2,1 a	13,0 - 32,0	17,8 \pm 2,4 ab	9,0 - 29,0
21:17	25,1 \pm 4,4 a	9,0 - 56,0	29,1 \pm 4,3 b	15,0 - 58,0

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Os períodos de pré-oviposição às temperaturas de 26:21°C e 24:19°C foram bastante próximos (4,1 e 4,7 dias respectivamente) e diferiram significativamente do valor (9,1 dias) registrado a 21:17°C (Tabela 11). Garcia et al. (2006) obtiveram, nas duas maiores temperaturas, valor médio de 5 dias. Já os períodos de oviposição, cujos valores foram de 9,2; 13,6 e 23,1 dias para 26:21, 24:19 e 21:17°C, respectivamente só diferiram significativamente nas condições térmicas extremas (Tabela 11). Garcia et al. (2006) observaram período médio de 16 dias, valor este intermediário aos encontrados neste trabalho.

Tabela 11 - Períodos médios \pm erro padrão (E.P.) e intervalos de variação (I.V.) de pré-oviposição e de oviposição de fêmeas da cigarrinha-das-raízes, *M. fimbriolata*, em cana-de-açúcar para diferentes temperaturas flutuantes. (70 \pm 10% UR e fotofase: 14 h)

Temperatura (°C) Dia:Noite	Pré-oviposição (dias)		Oviposição (dias)	
	Média \pm E.P.	I.V.	Média \pm E.P.	I.V.
26:21	4,1 \pm 0,8 a	0,0 - 6,0	9,2 \pm 2,2 a	0,0 - 18,0
24:19	4,7 \pm 0,2 a	4,0 - 6,0	13,6 \pm 2,4 ab	4,0 - 25,0
21:17	9,1 \pm 0,5 b	7,0 - 13,0	23,1 \pm 5,0 b	3,0 - 53,0

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey (P \leq 0,05).

Embora o número médio de ovos produzidos por fêmea tenha variado entre 225,6 e 308,7 nos tratamentos, não houve diferença entre as médias, indicando que esse parâmetro biológico não foi afetado pelas combinações de temperatura estudadas (Tabela 12). Esses resultados foram inferiores aos constatados por Garcia et al. (2006) que obtiveram 342 ovos, para fêmeas mantidas em temperatura constante de 25°C.

Tabela 12 - Fecundidade média \pm erro padrão (E.P.) e intervalo de variação (I.V.) de cigarrinha-das-raízes, *M. fimbriolata*, em cana-de-açúcar para diferentes temperaturas. (70 \pm 10% UR e fotofase: 14 h)

Temperatura (°C) Dia:Noite	Fecundidade	
	Média \pm E.P.	I.V.
26:21	308,7 \pm 40,8	166,0 - 519,0
24:19	258,5 \pm 67,8	0,0 - 599,0
21:17	225,6 \pm 46,5	54,0 - 549,0

Não houve diferença estatística entre as médias.

Foram detectadas diferenças significativas na duração e viabilidade de ovos em função da variação térmica. Assim, para a duração da fase de ovo, os valores encontrados a 26:21°C e 24:19°C (21,1 e 25,4 dias, respectivamente) foram significativamente inferiores ao registrado a

21:17°C (109,9 dias) (Tabela 13). A diferença mais expressiva ocorreu na duração do período de ovos oriundos de fêmeas que passaram pela variação térmica durante todo o ciclo (21:17°C) em comparação a ovos provenientes de fêmeas mantidas à temperatura constante (25°C) durante todo seu desenvolvimento, que foram de 109,9 dias e de 32,9 dias, respectivamente (Tabelas 13 e 8).

Tabela 13 - Duração e viabilidade médias \pm erro padrão (E.P.) e intervalo de variação (I.V.) da fase de ovo da cigarrinha-das-raízes, *M. fimbriolata*, em cana-de-açúcar para diferentes temperaturas flutuantes. (70 \pm 10% UR e fotofase: 14 h)

Temperatura (°C) Dia:Noite	Duração (dias)		Viabilidade (%)	
	Média \pm E.P.	I.V.	Média \pm E.P.	I.V.
26:21	21,1 \pm 0,1 a	20,9 - 21,4	93,5 \pm 2,5 a	88,0 - 100,0
24:19	25,4 \pm 0,4 a	24,7 - 26,1	91,5 \pm 1,0 a	90,0 - 94,0
21:17	109,9 \pm 3,8 b	100,4 - 118,7	76,5 \pm 2,9 b	68,0 - 80,0

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Sujii et al. (1995) expuseram ovos em diapausa, obtidos a partir de adultos do terceiro pico populacional (abril / maio) de *Deois flavopicta* (Hemiptera: Cercopidae) a um choque térmico, com temperatura de 23:15°C (diurna:noturna), por diferentes períodos, que variaram de 0,5 a 64 dias, com umidade de contato e fotofase de 12,5 horas. Após esse período, a temperatura foi elevada a 28°C constante (mantendo-se a umidade e a fotofase) e avaliou-se o desenvolvimento embrionário. Verificaram que a partir do oitavo dia de choque térmico houve alteração na eclosão de ninfas. A distribuição de ninfas eclodidas, nos diferentes tratamentos ao longo do tempo, mostrou que, em condições ótimas para o desenvolvimento embrionário, a maior duração do choque térmico resulta em maior sincronização de eclosões e de redução no tempo médio necessário para o desenvolvimento de ovos. A porcentagem de ovos em diapausa que se mostraram inviáveis foi, em média, de 15%.

Em contrapartida, observou-se neste trabalho que quando *M. fimbriolata* foi criada em baixas temperaturas (21:17°C), seus ovos apresentaram um alongamento considerável no período embrionário, mas as viabilidades se mantiveram elevadas (Tabela 13).

Exigências hídricas: A umidade exerceu influência direta sobre a duração e a viabilidade do período embrionário (Tabelas 14 e 15). A eclosão de ninfas só ocorreu nos tratamentos com umidade de contato e umidade de 100%, ou seja, nenhuma ninfa eclodiu nas demais umidades relativas (80, 60 e 40%) durante todo o período de avaliação (120 dias). Para os dois tratamentos em que ocorreu eclosão de ninfas, a duração do período de incubação foi significativamente menor no tratamento em que os ovos foram submetidos à umidade de contato (16,5 dias) em relação àqueles mantidos a 100% de umidade (19,3 dias). O menor período (16,5 dias) foi na umidade de contato, seguido da umidade relativa de 100% (19,3 dias), houve diferença significativa entre esses valores. A viabilidade para umidade de contato e 100% não sofreu influência, variando de 80,7 a 77,7, respectivamente (Tabela 14).

Tabela 14 - Duração e viabilidade médias \pm erro padrão (E.P.) e intervalo de variação (I.V.) da fase de ovo da cigarrinha-das-raízes, *M. fimbriolata*, em cana-de-açúcar para diferentes umidades. ($25 \pm 1^\circ\text{C}$ e fotofase: 14 h)

Umidade (%)	Duração (dias)		Viabilidade (%)	
	Média \pm E.P.	I.V.	Média \pm E.P.	I.V.
Contato	16,5 \pm 0,1 a	16,3 - 16,7	80,7 \pm 7,8 a	65,0 - 89,0
100	19,3 \pm 0,1 b	19,2 - 19,6	77,7 \pm 1,9 a	74,0 - 80,0
80	---	---	---	---
60	---	---	---	---
40	---	---	---	---

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Os ovos expostos às umidades relativas (80, 60 e 40%) que não possibilitaram o desenvolvimento embrionário até 120 dias e que, posteriormente, foram submetidos à umidade de contato, apresentaram viabilidade baixa ou nula, indicando os efeitos deletérios causados pelo estresse hídrico inicial. Assim, para o tratamento em que os ovos foram inicialmente mantidos a 40% de UR, não houve desenvolvimento embrionário mesmo após serem submetidos à umidade de contato. Já para os ovos inicialmente mantidos a 80 e 60% de UR, a viabilidade dos ovos (após a ação da umidade de contato) foi de 9,6 e 6,3%, respectivamente, muito aquém das

observadas para aqueles mantidos constantemente em umidade de contato e a 100% de UR. Por outro lado, apesar de a duração do período embrionário ter variado de 24,0 a 38,6 dias para 80 e 60% de UR, respectivamente, não houve diferença significativa entre as médias (Tabelas 14 e 15).

Tabela 15 - Duração e viabilidade médias \pm erro padrão (E.P.) e intervalo de variação (I.V.) da fase de ovo da cigarrinha-das-raízes, *M. fimbriolata*, em cana-de-açúcar submetidos à umidade de contato após serem inicialmente mantidos por 120 dias em diferentes umidades. ($25 \pm 1^\circ\text{C}$ e fotofase: 14 h)

Umidade (%)	Duração (dias)		Viabilidade (%)	
	Média \pm E.P.	I.V.	Média \pm E.P.	I.V.
80	24,0 \pm 2,0	21,9 - 26,0	9,6 \pm 3,5	4,0 - 14,0
60	38,6 \pm 9,6	29,0 - 48,3	6,3 \pm 2,7	1,0 - 11,0
40	---	---	---	---

Não houve diferença estatística entre as médias.

Byers (1965) observou a influência de diferentes umidades relativas em relação ao desenvolvimento embrionário de *Prosapia bicincta* (Hemiptera: Cercopidae) nas temperaturas de 26,7 e 21,1°C. Na temperatura de 26,7°C, apenas na umidade de contato e na umidade relativa de 100% ocorreu desenvolvimento embrionário. Na condição de umidade de contato, a viabilidade foi de 79%, dividida em dois períodos, 52% (17 a 39 dias) e 27% (89 - 187 dias) e na umidade relativa de 100%, a viabilidade foi de 75%, dividida também em dois períodos, 37% (17 a 23 dias) e 38% (116 a 181 dias). O autor classificou como sendo os ovos em diapausa os do segundo período de incubação, mas não soube explicar o porquê dessa situação, em virtude de o experimento ter sido conduzido em condições de laboratório. Quando expôs ovos a diferentes umidades, à temperatura constante de 21,1°C observou desenvolvimento embrionário somente na umidade de contato, também dividida em dois períodos: 30 a 36 dias (12%) e 107 a 176 dias (46%). As demais umidades relativas, 100, 93, 90, 85, 56 e 45% não possibilitaram desenvolvimento embrionário nessa temperatura.

Metcalf et al. (1962) e Borrer; Delong (1969) ponderam que a diapausa permite aos ovos passar por condições adversas, principalmente por baixas porcentagens de umidade. Jimenez-

Ochoa¹ (1973 apud CHAVÉZ et al. 1990) considera que o principal fator climático que afeta a diapausa de ovos de *Aeneolamia varia* (Hemiptera: Cercopidae) nas condições da Colômbia é a umidade relativa, a qual favorece a viabilidade. Chávez et al. (1990) comentam que umidade relativa igual ou abaixo de 30% inibe o desenvolvimento de ovos de *Zulia colombiana* (Hemiptera: Cercopidae). Essas constatações se assemelham aos resultados obtidos neste trabalho, no qual a diminuição da umidade reduziu a viabilidade, atingindo o limite entre 60 e 40% UR, pois nesta última todos os ovos de *M. fimbriolata* apresentaram-se inviáveis.

Fotoperíodo: As fotofases testadas não influenciaram na duração do período embrionário, que foi, em média, de 20,4 dias em todos os regimes de luz. Verificou-se o mesmo para a viabilidade de ovos, que foi, em média, de 92,0% (Tabela 16). Estes resultados se assemelham aos obtidos por Garcia et al. (2006) quando criaram *M. fimbriolata* na fotofase de 14 h. Provavelmente, a não interferência da fotofase se deveu ao fato de os ovos serem provenientes de indivíduos criados a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 14 h, as mesmas empregadas por Garcia (2002).

Tabela 16 - Duração e viabilidade médias \pm erro padrão (E.P.) e intervalo de variação (I.V.) da fase de ovo da cigarrinha-das-raízes, *M. fimbriolata*, em cana-de-açúcar para diferentes fotofases. ($25 \pm 1^\circ\text{C}$ e $70 \pm 10\%$ UR)

Fotofase (horas)	Duração (dias)		Viabilidade (%)	
	Média \pm E.P.	I.V.	Média \pm E.P.	I.V.
10	20,4 \pm 0,1	20,2 - 20,6	91,5 \pm 3,0	84,0 - 98,0
12	20,7 \pm 0,1	20,3 - 20,9	93,5 \pm 2,5	88,0 - 100,0
14	20,1 \pm 0,1	18,9 - 19,3	91,0 \pm 2,4	86,0 - 96,0
Média	20,4 \pm 0,1		92,0 \pm 2,6	

Não houve diferença estatística entre as médias.

A fotofase também não alterou a duração e a viabilidade do período de ninfas provenientes de ovos de criação estoque, mas que passaram o período embrionário sob o efeito das diferentes fotofases avaliadas. A duração média da fase foi de 32,4 dias, com viabilidade de 75,6% (Tabela 17), resultados próximos aos encontrados por Garcia et al. (2006), que obtiveram

¹ JIMENÉZ-OCHOA, O.D. Control químico y cultural de *Aeneolamia varia* (F). Colombia: Programa de Entomologia - ICA, 1973. 36 p. (Libro de Campo - Regional, 8).

o período de 37 dias para o desenvolvimento de ninfas e viabilidade de 94%, para 14h de fotofase.

Tabela 17 - Duração e viabilidade médias \pm erro padrão (E.P.) e intervalo de variação (I.V.) da fase de ninfa da cigarrinha-das-raízes, *M. fimbriolata*, em cana-de-açúcar para diferentes fotofases. ($25 \pm 1^\circ\text{C}$ e $70 \pm 10\%$ UR)

Fotofase (horas)	Duração (dias)		Viabilidade (%)	
	Média \pm E.P.	I.V.	Média \pm E.P.	I.V.
10	32,2 \pm 0,2	31,0 - 34,0	70,0 \pm 8,0	20,0 - 100,0
12	32,4 \pm 0,3	31,3 - 34,5	76,7 \pm 5,9	40,0 - 100,0
14	32,5 \pm 0,2	31,5 - 33,6	80,0 \pm 5,5	40,0 - 100,0
Média	32,4 \pm 0,2		75,6 \pm 6,5	

Não houve diferença estatística entre as médias.

Embora as diferentes fotofases não tenham afetado, de maneira significativa, a duração e a viabilidade da fase de ninfa, seus efeitos foram notados na longevidade de adultos (machos e fêmeas), que diminuiu progressivamente em função do aumento da fotofase, independentemente do sexo (Tabela 18). Contrário ao que foi observado por Garcia et al. (2006), neste trabalho não foi observada diferença de longevidade entre machos e fêmeas, mesmo na condição idêntica à testada pelos autores (fotofase:14h).

Tabela 18 - Longevidade média \pm erro padrão (E.P.) e intervalos de variação (I.V.) de machos e de fêmeas da cigarrinha-das-raízes, *M. fimbriolata*, em cana-de-açúcar para diferentes fotofases. ($25 \pm 1^\circ\text{C}$ e $70 \pm 10\%$ UR)

Fotofase (horas)	Longevidade (dias)			
	Macho		Fêmea	
	Média \pm E.P.	I.V.	Média \pm E.P.	I.V.
10	9,9 \pm 0,7 a A	5,0 - 14,0	10,6 \pm 0,6 a A	8,0 - 14,0
12	9,7 \pm 0,4 ab A	8,0 - 12,0	9,9 \pm 0,6 ab A	6,0 - 14,0
14	8,1 \pm 0,3 b A	6,0 - 11,0	8,7 \pm 0,5 b A	6,0 - 14,0

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

O período de pré-oviposição sofreu influência da fotofase, variando de 5,5 dias (10h) a 4,8 dias (14h) (Tabela 19). Estes valores são próximos ao obtido por Garcia et al. (2006) que constataram cinco dias para o período de pré-oviposição. Já o período de oviposição não foi afetado pelas diferentes fotofases avaliadas tendo durado 5 dias em média (Tabela 19), resultado diferente do encontrado por Garcia et al. (2006) que, em condições semelhantes (fotofase 12 h) e constantes em todas as fases do ciclo, obtiveram o período médio de 16 dias.

Tabela 19 - Períodos médios \pm erro padrão (E.P.) e intervalos de variação (I.V.) de pré-oviposição e de oviposição de fêmeas da cigarrinha-das-raízes, *M. fimbriolata*, em cana-de-açúcar para diferentes fotofases. ($25 \pm 1^\circ\text{C}$ e $70 \pm 10\%$ UR)

Fotofase (horas)	Pré-oviposição (dias)		Oviposição (dias)	
	Média \pm E.P.	I.V.	Média \pm E.P.	I.V.
10	5,5 \pm 0,3 a	4,0 - 8,0	5,3 \pm 0,6 a	1,0 - 9,0
12	5,3 \pm 0,1 ab	5,0 - 6,0	5,3 \pm 0,5 a	2,0 - 10,0
14	4,8 \pm 0,2 b	3,0 - 6,0	4,3 \pm 0,5 a	1,0 - 8,0

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

O número médio de ovos por fêmea manteve-se próximo (117,9 a 140,2 ovos por fêmea), independentemente das horas de luz (Tabela 20), resultado inferior ao obtido por Garcia et al. (2006), que encontraram média de 342 ovos para fêmeas mantidas nas mesmas condições ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase: 14h). A redução no número de ovos, mesmo na condição de maior luminosidade (14h), não evidenciou o fenômeno de diapausa reprodutiva nesta espécie.

Tabela 20 - Fecundidade média \pm erro padrão (E.P.) e intervalo de variação (I.V.) de cigarrinha-das-raízes, *M. fimbriolata*, em cana-de-açúcar para diferentes fotofases. ($25 \pm 1^\circ\text{C}$ e $70 \pm 10\%$ UR)

Fotofase (horas)	N° de ovos / fêmea	
	Média \pm E.P.	I.V.
10	117,9 \pm 15,8	2,0 - 194,0
12	134,1 \pm 13,9	3,0 - 197,0
14	140,2 \pm 21,4	0,0 - 299,0

Não houve diferença estatística entre as médias.

Foram detectadas variações significativas na viabilidade de ovos produzidos por fêmeas, oriundas de ninfas expostas a diferentes fotofases. Assim, observou-se inviabilidade total com 10 horas de luz, baixa viabilidade (5%) com 12h de luz e alta viabilidade (89%) com luminosidade de 14h (Tabela 21). A viabilidade de ovos expostos às 14h de luz foi próxima à obtida por Garcia et al. (2006) em condições semelhantes.

Tabela 21 - Duração e viabilidade médias \pm erro padrão (E.P.) e intervalo de variação (I.V.) da fase de ovo da cigarrinha-das-raízes, *M. fimbriolata*, em cana-de-açúcar para diferentes fotofases. ($25 \pm 1^\circ\text{C}$ e $70 \pm 10\%$ UR)

Fotofase (horas)	Duração (dias)		Viabilidade (%)	
	Média \pm E.P.	I.V.	Média \pm E.P.	I.V.
10	---	---	---	---
12	19,8 \pm 0,2 a	19,6 - 20,0	5,0 \pm 1,0 a	4,0 - 6,0
14	18,5 \pm 0,1 a	18,3 - 18,6	89,0 \pm 1,7 b	84,0 - 92,0

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Com o objetivo de determinar a influência da fotofase em relação à duração e a viabilidade do período embrionário de *P. bicincta*, Byers (1965) expôs ovos desta espécie a 14h de fotofase e escuridão total, acondicionados em placas com umidade de contato e umidade relativa de 100%. O autor concluiu que a luz não exerce nenhuma influência em relação à

duração e a viabilidade de ovos, independentemente da umidade de exposição. Na condição de umidade de contato, a viabilidade com 14h de luz foi de 27% dos 19 a 50 dias e de 22% dos 93 a 128 dias, totalizando 49%; na situação de escuridão total, a viabilidade foi de 52% dos 17 a 39 dias e de 27% dos 89 a 187 dias, totalizando 79%. Na condição de umidade relativa 100%, a viabilidade com 14 horas de luz foi 15% dos 33 a 49 dias e de 37% dos 80 a 103 dias, totalizando 52%; na situação de escuridão total, a viabilidade foi de 37% dos 17 a 23 dias e de 38% dos 116 a 181 dias, totalizando 75%. Embora existam diferenças nos valores médios observados, o autor não visualizou nenhum efeito da fotofase, o que pode ser explicado pelos ovos serem oriundos de indivíduos que não passaram pelas mesmas condições de exposição à luz.

2.4 Conclusões

A duração e a viabilidade das fases do ciclo variam em função da temperatura, sendo que o limiar térmico inferior de desenvolvimento, para o período ovo-adulto, é de 11,8°C e a constante térmica de 786,2 GD. Com base nas exigências térmicas, estimam-se três gerações durante o ciclo de ocorrência da praga (outubro a março).

Ovos provenientes de indivíduos que se desenvolvem na temperatura de 21:17°C (diurna:noturna) têm maior período embrionário em relação àqueles de indivíduos da criação estoque ($25 \pm 1^\circ\text{C}$).

A umidade exerce influência direta sobre a duração e a viabilidade do período embrionário, havendo aumento na duração e queda de viabilidade, com a diminuição. Umidade de contato e umidade relativa de 100% não afetam o desenvolvimento embrionário, bem como a viabilidade dos ovos. Ovos expostos a 80 e 60% de umidade relativa não apresentam desenvolvimento embrionário, após 120 dias; se submetidos à umidade de contato, desenvolvem-se com a viabilidade prejudicada. Quando expostos à umidade relativa de 40% não apresentam desenvolvimento embrionário.

As diferentes fotofases (10, 12 e 14 h) não afetam a duração e a viabilidade de ovos, provenientes de criação estoque, e ninfas oriundas destes. Mas a partir dos adultos, observam-se os efeitos das diferentes fotofases, onde há uma diminuição na longevidade de machos e de fêmeas com o aumento das fotofases, efeito este também evidenciado no período de pré-oviposição. Ovos provenientes de fêmeas que se desenvolvem em 10 horas de luz são inviáveis; com 12 horas de luz têm desenvolvimento normal, mas com viabilidade reduzida (5%).

Referências

ANDREWARTHA, H.G.; BIRCH, L.C. **The distribution and abundance of animals**. Chicago: The University of Chicago Press, 1954. 782 p.

BECK, S.D. **Insect photoperiodism**. 2nd ed. New York: Academic Press, 1980. 387 p.

BICHÃO, M.H.C.F. **Biotecnologia de produção de *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae) e sua aplicação em controle biológico**. Évora: Universidade de Évora, 1989. 145 p. (Relatório de Estágio de Licenciatura em Recursos Faunísticos e Ambiente).

BLEICHER, E.; PARRA, J.R.P. Espécies de *Trichogramma* parasitóides de *Alabama argilacea*. III: Determinação das exigências térmicas de três populações. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 2, p. 215-219, fev. 1990.

BORROR, D.J.; DELONG, D.M. **Introdução ao estudo dos insetos**. São Paulo: Edgard Blücher, 1969. 653 p.

BYERS, R.A. **Biology and control of a spittlebug, *Prosapia bicincta* (Say), on coastal bermudagrass**. Georgia: University of Georgia, 1965. 26 p. (Technical Bulletin, 42).

CAMMELL, M.E.; KNIGHT, J.D. Effects of climatic change on the population dynamics of crop pests. **Advances in Ecological Research**, London, v. 22, p. 117-162, 1992.

CHÁVEZ, S.A.; LAPOINTE, S.L.; ZULUAGA, J.I. Efecto de la temperatura y la humedad relativa sobre el almacenamiento de huevos de *Zulia colombiana* Lallemand (Homoptera: Cercopidae) bajo condiciones de laboratorio. **Revista Colombiana de Entomología**, Bogotá, v. 16, n. 1, p. 31-38, ene./jun. 1990.

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

GARCIA, J.F.; BOTELHO, P.S.M.; PARRA, J.R.P. Biology and fertility life table of *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae) in sugarcane. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 63, n. 4, p. 317-320, jul./ago. 2006.

HADDAD, M.L.; PARRA, J.R.P.; MORAES, R.C.B. **Métodos para estimar os limites térmicos inferior e superior de desenvolvimento de insetos**. Piracicaba: FEALQ, 1999. 29 p.

HIGLEY, LG.; PEDIGO, L.P.; OSTLIE, K.R. Degday: a program for calculating degree-days, and assumption behind the degree-day approach. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 15, n. 5, p. 999-1016, 1986.

- HONÉK, A. Geographical variation in thermal requirements for insect development. **European Journal of Entomology**, Praha, v. 93, n. 3, p. 303-312, 1996.
- MANSINGH, A. Physiological classification of dormancies in insects. **Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 103, n. 7, p. 983-1009, 1971.
- METCALF, C.L.; FLINT, W.P.; METCALF, R.L. **Destructive and useful insects: their habits and control**. New York: McGraw Hill, 1962. 1099 p.
- MIHSFELDT, L.H. **Biologia e exigências térmicas de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) em dieta artificial**. 1998. 87 p. Tese (Doutorado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.
- MOREIRA, C. **A cigarrinha vermelha da cana de assucar (*Tomaspis liturata* Lep. & Serv.)**. Rio de Janeiro: Instituto Biológico de Defesa Agrícola, 1925. 23 p. (Boletim Técnico, 4).
- PARRA, J.R.P. Técnicas de criação de *Anagasta kuehniella*, hospedeiro alternativo para produção de *Trichogramma*. In: PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 121 - 150.
- PARRA, J.R.P. **Técnicas de criação de insetos para programas de controle biológico**. 6.ed. Piracicaba: FEALQ, 2001. 134 p.
- SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLA NOVA, N.A. **Manual de ecologia dos insetos**. São Paulo: Ceres, 1976. 419 p.
- SUJII, E.R.; GARCIA, M.A.; FONTES, E.M.G.; CARVALHO, V. Efeito da temperatura e umidade sobre o término da diapausa de ovos e densidade populacional da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta* (Stål) (Homoptera: Cercopidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 24, n. 3, p. 465-478, dez. 1995.
- TAUBER, C.A.; TAUBER, M.J. Ecophysiological responses in life-history evolution: evidence for their importance in a geographically widespread insect species complex. **Canadian Journal of Zoology**, Ottawa, v. 64, n. 4, p. 875-884, Apr. 1986.
- ZEISS, M.R.; KOEHLER, K.J.; PEDIGO, L.P. Degree-day requirements for development of the bean leaf beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) under two rearing regimes. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 89, n. 1, p. 111-118, Feb. 1996.

3 SÍTIO DE ALIMENTAÇÃO DE *Mahanarva fimbriolata* (STÅL, 1854) (HEMIPTERA: CERCOPIDAE) EM CANA-DE-AÇÚCAR

Resumo Atualmente, a cigarrinha-das-raízes, *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae), é a principal praga da cana-de-açúcar colhida mecanicamente, sem a queima da palha. As ninfas causam a “desordem fisiológica” em decorrência das picadas que atingem os elementos traqueais da raiz e os deterioram, dificultando ou impedindo o fluxo de água e de nutrientes, caracterizado pela desidratação do floema e do xilema. Ao contrário das ninfas, os adultos alimentam-se nas folhas e ocasionam a “queima da cana-de-açúcar”, consequência das toxinas, injetadas ao se alimentar, reduzindo sensivelmente a capacidade de fotossíntese da planta. As ninfas de *M. fimbriolata*, para sugarem a seiva nas raízes, inserem seus estiletes pela epiderme, atravessam todo o córtex e atingem o cilindro vascular, realizando a alimentação no xilema e nos elementos do tubo crivado do floema primário. Na lâmina foliar, os adultos de *M. fimbriolata* introduzem seus estiletes preferencialmente pelos estômatos, atravessam as células do parênquima clorofiliano e atingem o metaxilema nos feixes vasculares.

Palavras-chave: Anatomia; Interação inseto-planta; Bainha salivar; Floema; Xilema.

Spittlebug *Mahanarva fimbriolata* (Stål, 1854) (Hemiptera: Cercopidae) feeding site on sugarcane

Abstract Currently, the sugarcane spittlebug *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae) is the most important pest of mechanically-harvested sugarcane, where trash burning is not performed. The nymphs cause a “physiological disorder” as a result of bites, which reach the tracheary elements of the roots deteriorating them, slowing down or preventing the flow of water and nutrients; the disorder is characterized by phloem and xylem dehydration. Differently from the nymphs, the adults feed on leaves and cause “sugarcane burn”, as a consequence of toxins injected during feeding, notably reducing the plant’s photosynthetic capacity. In order to suck sap from the roots, the *M. fimbriolata* nymphs insert their stylets through the epidermis, passing through the entire cortex and reaching the vascular cylinder; feeding occurs on the sieve-tube elements in the primary phloem. *M. fimbriolata* adults introduce their stylets on the leaf blade preferentially through the stomata, passing through the chlorophyll-bearing parenchyma cells and reaching the metaxylem on the vascular bundles.

Keywords: Anatomy; Insect-plant interaction; Salivary sheath; Phloem; Xylem.

3.1 Introdução

Nos últimos anos, devido à mudança no sistema de colheita da cana-de-açúcar sem a utilização da retirada da palha pelo fogo, vem se observando aumento significativo da população de *Mahanarva fimbriolata* (Hemiptera: Cercopidae), principalmente, no Estado de São Paulo.

Não há referências na literatura sobre o sítio de alimentação desta espécie, sabendo-se apenas que os adultos alimentam-se sugando a seiva das folhas e as ninfas das raízes das plantas. Devido a essa escassez de informações a respeito do local de alimentação de cercopídeos no Brasil e no mundo, outros gêneros necessariamente serão mencionados.

Adultos de *Aeneolamia varia saccharina* (Hemiptera: Cercopidae) introduzem os estiletes através dos estômatos das folhas de cana-de-açúcar e não diretamente pela epiderme, atravessam diversos tecidos da folha e atingem as células da borda do parênquima foliar. As ninfas se alimentam diretamente das raízes, nos elementos do proto e metaxilema. Nos primeiros ínstaras as ninfas se alimentam também nas células do parênquima cortical de raízes novas. Quando isto ocorre, geralmente os estiletes atingem a endoderme ou o periciclo. Ninfas de quinto ínstar atingem os elementos do xilema radicular (HAGLEY; BLACKMAN, 1966).

Horsfield (1978) avaliou o comportamento alimentar de ninfas de *Philaenus spumarius* (Hemiptera: Cercopidae) e constatou que grande porcentagem das puncturas de alimentação termina nos vasos do xilema. Não ocorre a necrose de células do parênquima ao redor da bainha estiletar e a grande produção de excremento pode ser explicada pelo fato de o inseto se alimentar nesse vaso condutor. Das terminações da bainha estiletar, apenas 9% atingem os vasos condutores do floema.

O objetivo deste trabalho foi verificar o sítio de alimentação de adultos e ninfas de *M. fimbriolata* em cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) variedade SP 80-1842.

3.2 Material e Métodos

O experimento foi conduzido nos laboratórios de Biologia de Insetos e de Anatomia Vegetal - ESALQ / USP, com cigarrinhas obtidas de criação em laboratório, conforme a técnica descrita por Garcia (2002).

Adultos foram aprisionados em caixas teladas (5,5 x 4,0 x 2,0 cm) presas às folhas e as ninfas (3º ínstar) foram mantidas sobre raiz, ambos em áreas delimitadas. Plantas e insetos foram mantidos a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase 14 horas.

Amostras de fragmentos foliares e de raízes, onde houve alimentação, foram fixadas em solução de Karnovsky (KARNOVSKY, 1965), desidratadas em série etílica, infiltradas em resina metacrilato da Leica e seccionadas transversalmente. As seções com $5\ \mu\text{m}$ de espessura foram coradas com azul de toluidina (SAKAI, 1973) e montadas em resina sintética “Entellan”. As fotomicrografias dos materiais preparados em lâminas foram feitas em fotomicroscópio, com as escalas micrométricas fotografadas e ampliadas nas mesmas condições ópticas utilizadas.

3.3 Resultados e Discussão

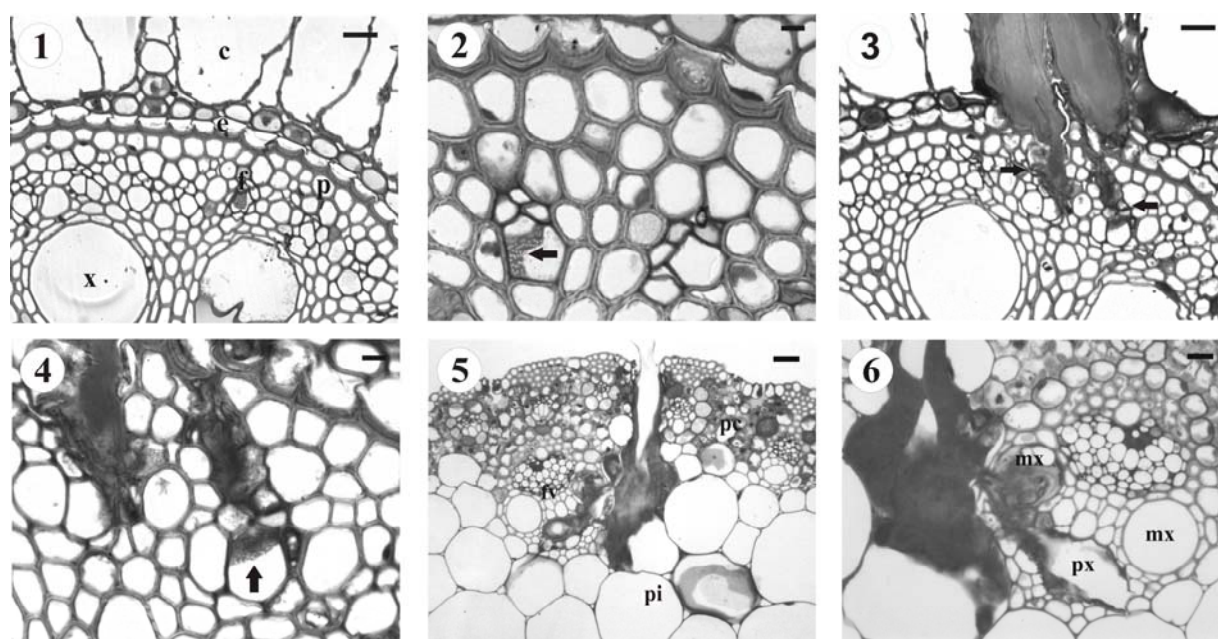
Nas raízes (Figuras 1 - 4), as ninfas de *M. fimbriolata* inserem o estilete pela epiderme, o qual atravessa todo o córtex, atinge o cilindro vascular e sugam a seiva, preferencialmente, nos vasos do xilema radicular, fato este que sugere alta demanda por água e açúcares nesta fase do inseto. Observou-se que aproximadamente 35% das ninfas (3º ínstar) atingem também o floema. Quando ocorre essa situação, os estiletos atingem os elementos de tubos crivados do floema primário (Figuras 3 e 4). A oclusão dos vasos condutores leva às raízes à morte, devido tanto ao hábito alimentar como pelos danos mecânicos provocados pelo estilete. Os resultados referentes a esta fase diferem parcialmente daqueles apresentados por Horsfield (1978) para a espécie *Philaenus spumarius* e por Hagley; Blackman (1966) para a espécie *Aeneolamia varia saccharina*, sendo que estas espécies exploram principalmente o xilema radicular, diferindo somente na porcentagem de ninfas que atingem o floema da raiz. O tempo de exposição da planta aos insetos poderia ter afetado os resultados relatados pelos autores acima mencionados. Com maior permanência dos insetos na planta (24 horas), esse fator pode ter influenciado no local de alimentação nos tecidos da planta.

Por outro lado, na lâmina foliar, os adultos introduzem o estilete preferencialmente pelo estômato (Figura 5), atravessam as células do parênquima clorofiliano, atingindo o metaxilema nos feixes vasculares (Figura 6). Os danos mecânicos ocasionados, como laceração e ruptura das células são consideráveis, chegando a comprometer boa parte do tecido foliar. Este comportamento é semelhante ao de *A. varia saccharina*, que introduz seu estilete pelos estômatos

nas folhas da cana-de-açúcar, passando através de diversos tecidos e atingem as células da borda do parenquima da folha (HAGLEY; BLACKMAN, 1966).

3.4 Conclusões

As ninfas de *M. fimbriolata*, se alimentam preferencialmente, nos vasos do xilema radicular. Podem também atingir os elementos de tubos crivados do floema primário para sugar a seiva nas raízes (35% dos casos). Na lâmina foliar, os adultos introduzem seus estiletos preferencialmente pelos estômatos, atravessam as células do parênquima clorofiliano e atingem o metaxilema nos feixes vasculares.



Figuras - Cortes transversais da raiz (1-4) e da folha (5-6) de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.). **1)** Córtex (c), endoderme com reforço em “U” (e), periciclo (p) e floema (f) e xilema (x) primários; (Barra = 19 μm); **2)** Detalhe da figura anterior no qual é possível observar parte da placa crivada de um elemento de tudo crivado (seta); (Barra = 7.4 μm); **3)** Bainha estiletar que atravessou o córtex, endoderme, periciclo atingindo o floema (Bar = 19 μm); **4)** Detalhe da figura anterior onde se observa parte de uma placa crivada (seta) (Barra = 7.4 μm); **5)** Inserção do estilete entre as células-guarda do estômato e bainha estiletar atravessando o parênquima clorofiliano (pc) e o parênquima incolor (pi) até alcançar o feixe vascular (fv) (Barra = 37 μm); **6)** Terminação da bainha estiletar atingindo o proto (px) e metaxilema (mx) (Barra = 19 μm).

Referências

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

HAGLEY, E.A.C.; BLACKMAN, J.A. Site of feeding of the sugarcane froghopper, *Aeneolamia varia saccharina* (Homoptera: Cercopidae). **Annals of the Entomological Society of America**, Columbus, v. 59, p. 1289-1291, 1966.

HORSFIELD, D. Evidence for xylem feeding by *Philaenus spumarius* (L.) (Homoptera: Cercopidae). **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v. 24, p. 95-99, 1978.

KARNOVSKY, M.J. A formaldehyde-glutaraldehyde fixative of high osmolality for use in electron microscopy. **Journal of Cell Biology**, New York, v. 27, p. 137-138, 1965.

SAKAI, W.S. Simple method for differential staining of paraffin embedded plant material using toluidine blue. **Stain Technology**, Baltimore, v. 48, p. 247-249, 1973.

4 FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE *Mahanarva fimbriolata* (STÅL, 1854) (HEMIPTERA: CERCOPIDAE) EM CANA-DE-AÇÚCAR

Resumo *Mahanarva fimbriolata* passa a ser a principal praga da cana quando colhida sem o fogo para despalha. Os avanços no manejo desta praga são limitados, dentre outros fatores, pela falta de informações básicas sobre sua dinâmica populacional. Esse experimento foi realizado na Usina São Martinho, localizada no município de Pradópolis - SP (latitude 21° 22' 30" S; longitude 48° 13' 00" W). Fez-se o levantamento de ovos existentes no solo e o monitoramento da flutuação populacional de ninfas e de adultos da cigarrinha-das-raízes no período de setembro de 2003 a maio de 2004. Para avaliar o número de ovos, o delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com dois tratamentos (linha e entrelinha) e 30 repetições. As repetições foram representadas por uma área de coleta de 900 cm² (30 x30 cm). Para avaliar a população de ninfas, após o início das amostragens, quinzenalmente, foram avaliados três pontos casualizados, de um metro linear em cada parcela, totalizando 90 pontos em 30 parcelas. A coleta de adultos foi realizada no centro de cada parcela, instalando-se uma armadilha de placa adesiva amarela "Bio Trap®", adesiva (10 x 24,5 cm), fixada em haste de ferro à 25 cm do solo. As porcentagens de ovos encontrados na linha e na entrelinha foram de 96,5 e 3,5%, respectivamente. Há preferência para a postura ocorrer próximo à cana-de-açúcar e é baixa a viabilidade de ovos da terceira geração (6,5% na linha e 0,8% na entrelinha). O aparecimento de *M. fimbriolata* está condicionado ao excedente hídrico e temperatura, fatores que atuam diretamente em sua dinâmica populacional. Há possibilidade de se amostrar adultos com uso de armadilhas adesivas de placas amarelas e controlar ninfas de mesma geração.

Palavras-chave: Cigarrinha-das-raízes; Dinâmica populacional; Amostragem; Fatores abióticos.

Population fluctuation of *Mahanarva fimbriolata* (Stål, 1854) (Hemiptera: Cercopidae) in sugarcane

Abstract *Mahanarva fimbriolata* becomes the main pest of sugarcane harvested without burning the trash. Advances in the management of this pest have been limited due to a lack of basic information about its population dynamics, among others factors. This experiment was conducted at the São Martinho sugar mill, located in the city of Pradópolis - SP (latitude 21° 22' 30" S; longitude 48° 13' 00" W). A survey was carried out to quantify eggs present in the soil and to monitor the population fluctuation of sugarcane spittlebug nymphs and adults in the period from September 2003 to May 2004. In order to evaluate number of eggs, a completely randomized experimental design was adopted, with two treatments (on the row and between rows) and 30 replicates. The replicates were represented by a 900 cm² collection area (30×30 cm). In order to evaluate the nymphal population, three points of one linear meter selected at random in each plot were evaluated every fifteen days after the samplings began, totaling 90 points in 30 plots. Adults were collected in the center of each plot, by installing a yellow sticky trap ("Bio Trap") (10 × 24.5 cm) attached to an iron stand, 25 cm above the ground. The percentages of eggs found on the rows and between rows were 96.5 and 3.5%, respectively.

There is a preference for depositing egg masses near sugarcane plants. Third-generation egg viability is low (6.5% on rows and 0.8% between rows). The appearance of *M. fimbriolata* is conditioned to the presence of a water surplus and to temperature; these factors have a direct action on the spittlebug's population dynamics. Adults can be sampled, and same-generation nymphs can be controlled using yellow-board sticky traps.

Keywords: Sugarcane spittlebug; Population dynamics; Sampling; Abiotic factors.

4.1 Introdução

No sistema de colheita mecânica da cana-de-açúcar, a quantidade de palha que deixa de ser queimada, é depositada sobre o solo e pode chegar a 15 toneladas por hectare, variando em função da variedade, estágio fenológico e produtividade da cultura. Nesse processo, o material vegetal - folhas secas, verdes e ponteiros - permanecem sobre a superfície por um longo período, formando uma camada que vai se acumulando ao longo dos cortes, já que o processo de decomposição é relativamente lento (CTC, 1993).

Essa mudança no manejo da colheita da cultura teve reflexos imediatos nas características do agroecossistema da cana-de-açúcar, resultando em alterações no perfil das pragas da cultura, principalmente no que se refere à composição das diferentes espécies e respectivas densidades populacionais (BALBO, 1991; ARRIGONI, 1999; DINARDO-MIRANDA, 2002). Maior mudança ocorreu na população da cigarrinha-das-raízes, *Mahanarva fimbriolata*, que vinha sendo contida particularmente pelo controle cultural, realizado pela despalha da cana a fogo antes da colheita (DINARDO-MIRANDA et al., 2001).

O aumento significativo da quantidade de raízes superficiais proporcionou maior viabilidade de ovos da terceira geração, acréscimo no sítio de alimentação das ninfas e maior proteção dessas contra o ressecamento, aliado à temperatura e umidade elevadas, favorecendo, marcadamente, o desenvolvimento da praga (FREIRE et al., 1968; BOTELHO et al., 1977; GALLO et al., 2002).

Com a franca expansão da colheita mecanizada da cana crua, os registros de áreas com ataques severos de *M. fimbriolata* se tornaram freqüentes, especialmente nas regiões que apresentam temperatura e umidade mais elevadas (DINARDO-MIRANDA et al., 1999). Com isso, num curto espaço de tempo, a praga adquiriu o "status" de praga-chave e se transformou

num dos principais desafios técnicos a ser transposto nesse sistema de colheita (MACEDO et al., 2002).

Dependendo da densidade da primeira geração, sua infestação cresce em progressão geométrica (EL-KADI, 1977). Como, geralmente, a população inicial é baixa, esta desperta atenção da segunda geração em diante, quanto seu nível populacional é maior, o controle torna-se mais difícil, pelo porte do canavial e os prejuízos que ocasiona, geralmente, são mais expressivos.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a flutuação populacional de *M. fimbriolata*, em área colhida sem queima da palha, em cana-de-açúcar; estudar a influência de parâmetros biológicos (temperatura e umidade) sobre sua ocorrência e comparar métodos de amostragem.

4.2 Material e Métodos

O experimento foi realizado na Usina São Martinho, localizada no município de Pradópolis - SP (latitude 21° 22' 30" S; longitude 48° 13' 00" W). O monitoramento, de ninfas e de adultos da cigarrinha-das-raízes, em cana-de-açúcar, foi realizado durante o período de setembro de 2003 a maio de 2004. A quantidade de ovos existentes no solo foi avaliada em agosto de 2003.

O local escolhido para instalar o experimento, Fazenda Porto Pinheiro (gleba 44), apresentava as seguintes características: (a) corte dos dois últimos anos realizado com colhedoras mecânicas, sem a queima prévia do canavial e da palha remanescente; (b) pontos de amostragem, nas linhas, distribuídos paralelos entre si; (c) uniformidade de plantas, com falhas de brotação não superiores a um metro linear; (d) distribuição uniforme de palha sobre a superfície do solo; (e) variedade suscetível ao ataque da praga ('SP 81-3250') e amplamente cultivada no Estado de São Paulo; (f) histórico de infestações da praga, confirmado por levantamentos populacionais e (g) baixa incidência de outras pragas comuns à cultura.

O plantio da variedade 'SP 81-3250' foi realizado em fevereiro de 2001, no espaçamento de 1,5 m entre linhas. As colheitas do primeiro e do segundo corte foram realizadas mecanicamente, sem queima prévia ou posterior da palha.

Após a colheita, que antecedeu a instalação do experimento, a área foi fertilizada distribuindo-se o adubo na superfície do solo, sem a posterior incorporação ao solo. Durante todo o ciclo de desenvolvimento da cana, não se realizou nenhuma atividade agrícola que pudesse

alterar o padrão de distribuição da palha na superfície do solo e influir na dispersão dos insetos, como: enleiramento de palha, afastamento de palha das linhas de cana e cultivo mecânico da soqueira. Também não se realizou nenhum controle da praga na área experimental e adjacências.

O campo experimental foi constituído de trinta parcelas, com 450 m² cada (10 linhas x 30 m de comprimento), correspondendo ao total de 13.500 m² (1,35 ha).

Para evitar o efeito “bordadura” as parcelas foram demarcadas, casualizadamente no talhão, distantes, no mínimo, 15 m dos carregadores principais. Foram isoladas do restante da área do talhão por aceiros obtidos rebaixando-se duas linhas de cana nos lados, no sentido do sulco e dois metros, perpendiculares às linhas, demarcando os carregadores.

Ovos: Em cada parcela, foram amostrados dois pontos, sendo um na linha e outro na entrelinha da cana-de-açúcar. Cada ponto correspondeu a 900 cm² (30 x 30 cm). A amostragem foi realizada uma única vez, na primeira quinzena de setembro, antes do início das chuvas.

Para coletar as amostras e separar os ovos, foi utilizada a seguinte seqüência de eventos: **Campo:** (a) demarcação do ponto amostral com gabarito; (b) remoção cuidadosa da palha da base da touceira e entre as linhas de cana; (c) varredura da camada superficial do solo com pincel; (d) coleta e acondicionamento do material varrido em sacos plásticos devidamente identificáveis e (e) transporte das amostras ao laboratório. **Laboratório:** (a) peneiramento das amostras em peneira grossa (± 1 mm de abertura) para separar o material grosseiro, posteriormente, eliminado; (b) flotação do material restante, em solução salina (30% de NaCl) conforme metodologia proposta por Sotelo et al. (1988) e (c) separação dos ovos do material orgânico presente em suspensão sob microscópio estereoscópio (aumento 10x).

Ninfas: Após o início das amostragens, quinzenalmente, foram avaliados três pontos, ao acaso, de um metro linear por parcela, totalizando 90 pontos nas 30 parcelas.

Para padronizar a área do ponto amostral foi utilizado um gabarito retangular (1,0 x 0,5 m), com um dos lados aberto, que facilitava posicioná-lo na linha de cana.

Para a contagem de ninfas, foi utilizada a seguinte seqüência de eventos: (a) demarcar o ponto a ser amostrado com gabarito; (b) remover, com cuidado, a palha da base das touceiras e (c) contar as ninfas visíveis de *M. fimbriolata* presentes na base das touceiras.

Adultos: No centro da parcela foi instalada uma armadilha de placa adesiva amarela “Bio Trap[®]” (10 x 24,5 cm), fixada em haste de ferro, à 25 cm do solo.

Para amostrar os adultos, inicialmente foram contados os indivíduos capturados em ambos os lados da armadilha, substituindo-se a armadilha, por outra nova, logo após a contagem.

Na análise de flutuação populacional, o número de indivíduos coletados foi transformado para Coeficientes de População (EKK et al., 1980) enfocando, assim, os picos significativos de ocorrência da praga. A possibilidade de estimar a população de ninfas, a partir do número de adultos capturados em armadilha, foi avaliada empregando-se a análise de regressão linear entre o número médio de adultos e de ninfas. Para o estudo da relação entre número de adultos e de ninfas com os fatores climáticos: temperatura (mínima e máxima), precipitação, umidade relativa e insolação, foi utilizado o modelo de regressão múltipla, com “step-wise”.

4.3 Resultados e Discussão

O número médio de ovos encontrados na linha foi de 58,4, sendo este 27,8 vezes superior ao da entrelinha (2,1 ovos). Em termos de porcentagem isso significa que 96,5% dos ovos da praga foram depositados na linha de cana e apenas 3,5% na entrelinha. Do total de ovos encontrados na linha, 75,5 % foram considerados, aparentemente, íntegros e 24,5 % estavam, visivelmente, danificados, enquanto que na entrelinha a proporção entre íntegros e danificados foi 1:1. A porcentagem de ninfas provenientes de ovos aparentemente íntegros encontrados na linha foi de 6,5 % e na entrelinha 0,8 %. Assim, constatou-se que houve preferência para a postura de *M. fimbriolata* ocorrer próximo à cana-de-açúcar e que foram baixas as viabilidades de ovos da terceira geração da praga (Figura 1).

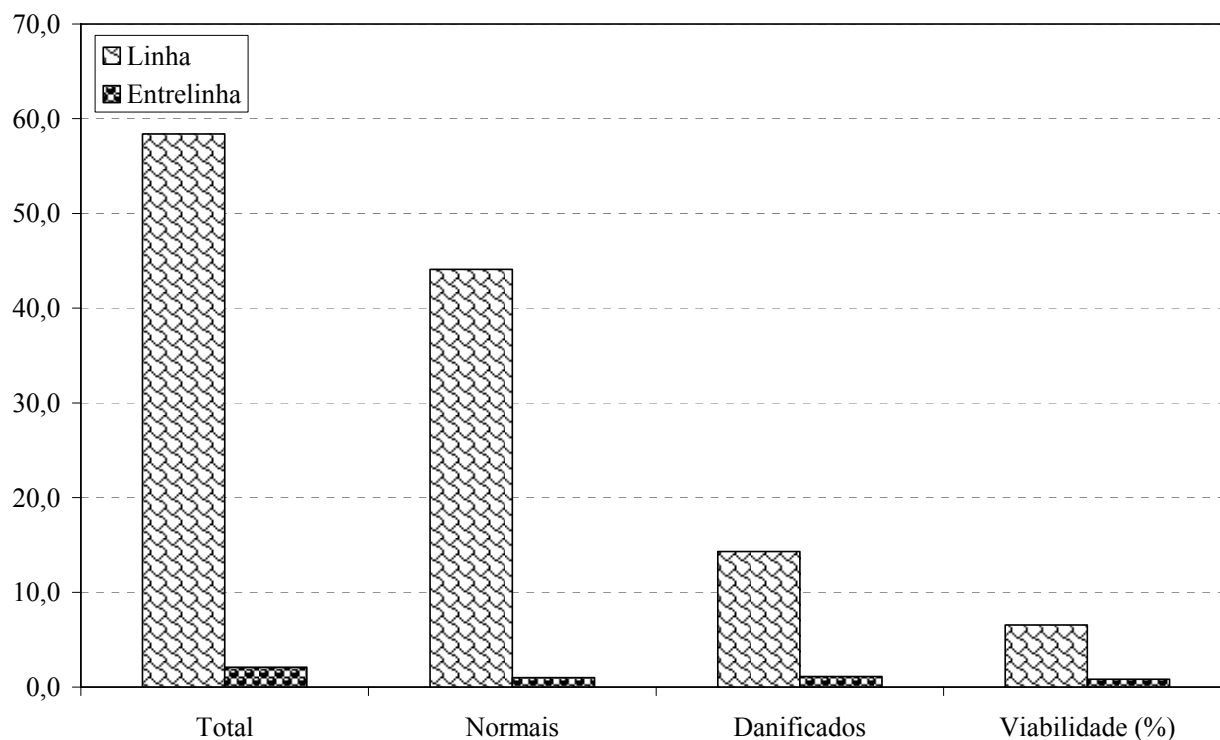


Figura 1 - Número de ovos de *M. fimbriolata* (total, íntegros, danificados e % de viabilidade) em cana-de-açúcar (coletados em 90 cm²). Setembro de 2003. Usina São Martinho, Pradópolis - SP

As flutuações populacionais evidenciam a ocorrência de três gerações da praga ocorrendo entre os meses de outubro e março (Figura 2). A primeira geração ocorreu entre outubro e dezembro, a segunda entre janeiro e fevereiro e a terceira entre março e abril. A partir daí as populações de adultos e de ninfas decresceram atingindo índices populacionais baixos no final de abril e começo de maio, desaparecendo posteriormente.

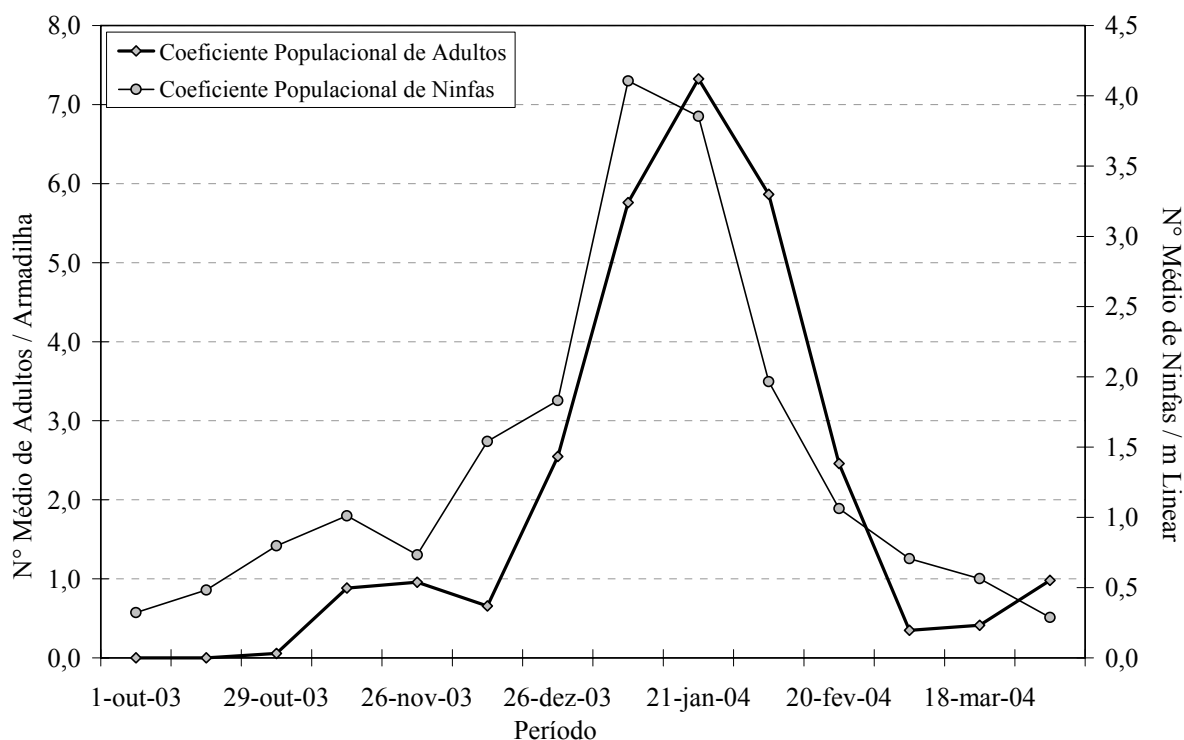


Figura 2 - População de adultos e de ninfas de *M. fimbriolata* (dados do coeficiente populacional) em cana-de-açúcar. Setembro de 2003 a maio de 2004. Usina São Martinho, Pradópolis - SP

No estado de São Paulo, essa praga inicia suas atividades no mês de setembro - outubro com a chegada do período chuvoso, quando a umidade e temperatura do solo se elevam. A partir de ovos em diapausa, começam a eclodir ninfas que darão origem à primeira geração da praga, normalmente, constituída por poucos indivíduos. Este processo é gradativo podendo durar 30 dias ou mais. A segunda geração se desenvolve nos meses de dezembro e janeiro, sendo essa maior do que as demais e a principal responsável pelos prejuízos causados à cultura (Botelho et al., 2004). A terceira geração, menor do que a anterior, ocorre nos meses de fevereiro e março. Os adultos formados nesse período colocam ovos que entrarão em diapausa com a chegada da estação fria e seca (MENDES, 1976).

Para ninfas, o modelo de regressão múltipla indicou que a umidade relativa foi estatisticamente significativa ($p = 0,097$) sobre o número de ninfas encontradas no período de outubro de 2003 a março de 2004. Também a insolação foi significativa, porém a um nível de

probabilidade maior ($p = 0,12$). O número de adultos, através da análise de regressão múltipla, somente foi influenciado, estatisticamente, pela umidade relativa ($p = 0,088$).

Conforme alguns autores, os fatores climáticos, principalmente a temperatura e a umidade, influenciam a dinâmica populacional dessa praga, afetando, diretamente, a duração do ciclo de vida e o potencial reprodutivo (FREIRE et al., 1968) e, indiretamente, a população de seus inimigos naturais (TERÁN, 1987). A distribuição das chuvas e a duração do período chuvoso são fatores determinantes para o aumento de sua população no campo (SOUZA, 1948). A presença de *M. fimbriolata* está intimamente relacionada à ocorrência simultânea de excedente hídrico (SILVEIRA NETO et al., 1968; MENDES, 1976; BOTELHO et al., 1977) e temperaturas do solo superiores a 15°C , fatores que, mantidos por cerca de duas semanas, determinam a quebra da dormência e a eclosão de ninfas a partir de ovos em diapausa (EL-KADI, 1977). Posteriormente, a dinâmica populacional da praga continua sendo influenciada, predominantemente, por fatores climáticos (80%), sendo a temperatura do solo o parâmetro de maior importância (55,9%) (MENDES et al., 1977). Essas afirmações corroboram com os dados obtidos neste trabalho, quando esses foram comparados com os parâmetros abióticos (temperatura e balanço hídrico) (Figuras 3 e 4).

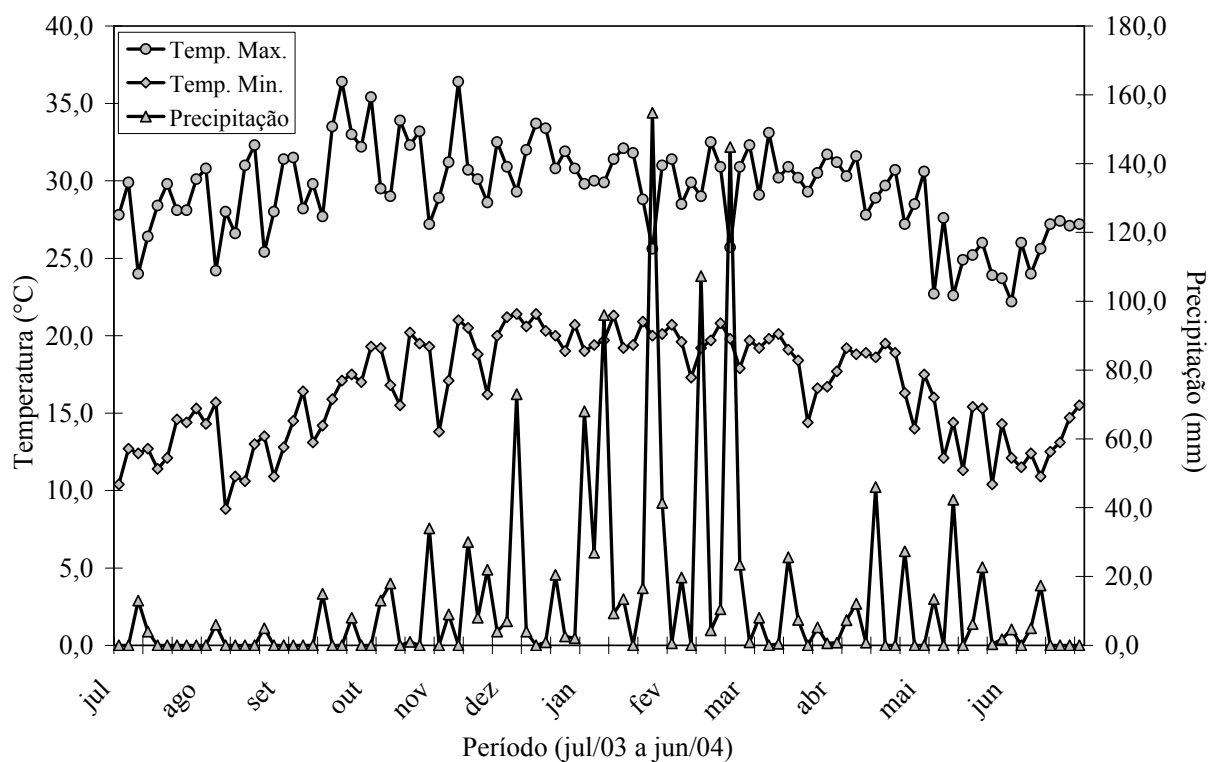


Figura 3 - Temperatura máxima, mínima e precipitação, no período de julho de 2003 a junho de 2004. Usina São Martinho, Pradópolis - SP

Na estação seca do ano, encontram-se nos canaviais grandes quantidades de ovos em diapausa, enquanto que as demais fases do ciclo do inseto, praticamente, desaparecem em função de condições climáticas adversas (AZZI; DODSON, 1971) e do aumento da atividade de inimigos naturais (EL-KADI, 1977).

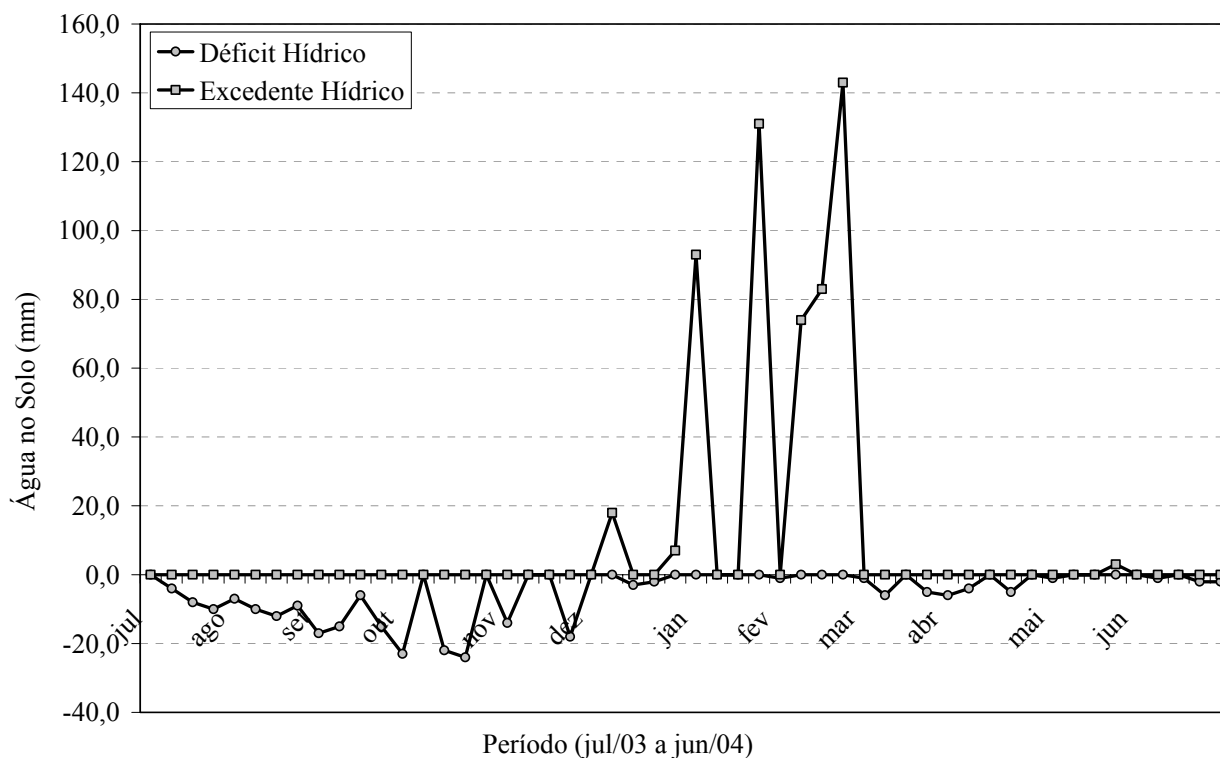


Figura 4 - Balanço hídrico. Setembro/2003 a maio/2004. Usina São Martinho S.A., Pradópolis, SP

Pelos valores médios obtidos nas avaliações, foi observada correlação significativa ($P \leq 0,05$) entre o número de adultos (machos) e ninfas da cigarrinha-das-raízes presentes nas armadilhas e na base das touceiras de cana-de-açúcar (Figura 5).

Esses resultados indicam que, independentemente da época de avaliação e do nível populacional, foi possível estimar, com confiabilidade, a população de ninfas da praga por meio da captura de adultos, cujo modelo matemático é: $Y = 0,8864 + 0,1992 * x$, onde Y = número de adultos e X = número de ninfas. Assim, por exemplo, caso o número de ninfas por metro linear fosse dois, aplicando-se esse modelo matemático, seriam necessários capturar cinco adultos por armadilha para realizar o controle.

Amostragem de adultos da cigarrinha-das-raízes com armadilhas de placas adesivas amarelas constitui num grande avanço, pois o sistema atualmente em uso, em que é feita a contagem de ninfas ou de espumas (Stingel, 2005), é demorado e dispendioso. A mudança no sistema amostral leva a menor gasto com mão-de-obra e maior agilidade nas decisões, muitas

vezes, fator preponderante para o sucesso de controle. Propicia também, ampliar o número de talhos de cana amostrados na propriedade, com as vantagens inerentes ao fato. Entretanto, para implementar a nova técnica o agricultor deverá estar preparado para agir rapidamente, tendo em vista que estará amostrando adultos, sendo o alvo de controle as ninfas, um estágio anterior. Assim, nesses casos a população de ninfas, muitas vezes, está prestes a se transformar em adultos, mas há tempo de serem controladas, evitando-se que completem o ciclo evolutivo e reiniciem uma nova geração.

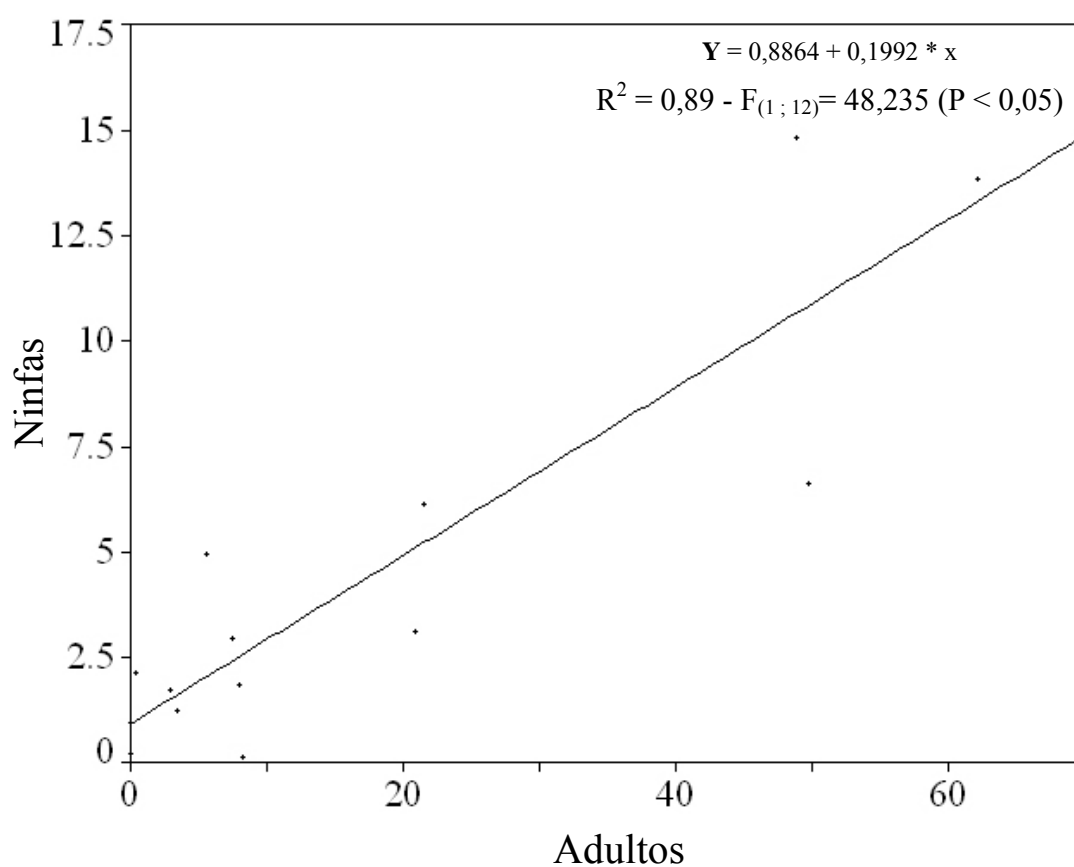


Figura 5 - Relação entre o número de adultos e de ninfas de *M. fimbriolata*, em cana-de-açúcar. Setembro/2003 a maio/2004. Usina São Martinho S.A., Pradópolis, SP

4.4 Conclusões

O aparecimento da cigarrinha-das-raízes, *M. fimbriolata* está condicionado ao excedente hídrico, sendo que o período de ocorrência está sujeito à influência do fator climático umidade relativa. Há preferência para a postura ocorrer próximo à planta de cana-de-açúcar e é baixa a viabilidade de ovos da terceira geração (6,5% na linha e 0,8% na entrelinha), que estavam sob efeito de “stress” hídrico. Existe a possibilidade de se amostrar adultos e controlar ninfas de mesma geração.

Referências

ARRIGONI, E.D.B. Pragas diversas em cana crua. In: SEMANA DA CANA-DE-AÇÚCAR DE PIRACICABA, 4., 1999, Piracicaba. **Anais ...** Piracicaba: STAB, 1999. p. 38-39.

AZZI, G.M.; DODSON, A.K. Infestação de cigarrinha da raiz em canaviais de Piracicaba, SP. (*Mahanarva fimbriolata* Stal). **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v. 77, n. 5, p. 36-42, maio 1971.

BALBO, L. Aspectos gerais da colheita e processamento da cana-de-açúcar. In: KIRCHHOFF, V.W.J.H. **As queimadas da cana**. São José dos Campos: INPE, 1991. p. 41-42.

BOTELHO, P.S.M., GARCIA, J.F.; CUNHA, U.S.; HADDAD, M.L. Flutuação populacional e avaliação de danos de *Mahanarva fimbriolata* (Stål, 1854) (Hemiptera: Cercopidae) em cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 20., 2004, Gramado. **Resumos ...** Gramado: Embrapa, 2004. p. 387.

BOTELHO, P.S.M.; MENDES, A.C.; MACEDO, N.; SILVEIRA NETO, S. Curva populacional de *Mahanarva fimbriolata* em Araras - SP, e sua dependência com o balanço hídrico da região. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v. 90, n. 3, p. 11-17, set. 1977.

CENTRO DE TECNOLOGIA COPERSUCAR. **Projeto cana crua**: aspectos agrônômicos: atividades e resultados. Piracicaba, 1993. 25 p.

DINARDO-MIRANDA, L.L. O papel da retirada da palha no manejo da cigarrinha das raízes. **STAB. Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 20, n. 5, p. 23, 2002.

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

DINARDO-MIRANDA, L.L.; FIGUEIREDO, P.; LANDELL, M.G.A.; FERREIRA, J.M.G.; CARVALHO, P.A.M. Danos causados pelas cigarrinhas das raízes (*Mahanarva fimbriolata*) a diversos genótipos de cana-de-açúcar. **STAB. Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 17, n. 5, p. 48-53, 1999.

EKK, I.; KISS, M.; NOWINSZKY, L.; SZABÓ, S.; TÓTH, G. The coefficient of population and its application in plant-protecting prognosis. **Folia Entomologica Hungarica**, Budapest, v.33, p.23-32, 1980.

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

FREIRE, A.M.; SOUTO, C.E.R.; MARQUES, E.J. Combate biológico das cigarrinhas da cana-de-açúcar. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v. 71, n. 4, p. 41-44, 1968.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BAPTISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; 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.

MACEDO, N.; BOTELHO, P.S.M.; RIBEIRO, L.D.; STUPIELLO, J.J.; PETRI, J.; OLIVEIRA, P.F.M.; SOARES, R.A.B. Número e época de aplicações de inseticidas no controle de cigarrinha da raiz *Mahanarva fimbriolata*, em cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 19., 2002, Manaus. **Resumos ...** Manaus: SEB, 2002.1 CD-ROM.

MENDES, A.C. **Influência dos elementos climáticos sobre a população da broca da cana-de-açúcar *Diatraea saccharalis* (Fabr.), e da cigarrinha da raiz, *Mahanarva fimbriolata* (Stål), Araras - São Paulo**. 1976. 104 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1976.

MENDES, A.C.; BOTELHO, P.S.M.; MACEDO, N.; SILVEIRA NETO, S. Behavior of the adults of the root froghopper, *Mahanarva fimbriolata* (Stål, 1854) (Hom., Cercopidae), according to climatic parameters. In: INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS CONGRESS, 16., 1977, São Paulo. **Proceedings ...** São Paulo: ISSCT, 1977. p. 617-631.

SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; PARANHOS, S.B. Flutuação da população de pragas da cana-de-açúcar em Piracicaba. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE ENTOMOLÓGICA DO BRASIL, 1., 1968, Piracicaba. **Anais ...** Piracicaba: SEB, 1968. p. 26-27.

SOTELO, G.; LAPOINTE, S.L.; ARANGO, G.L. Nueva tecnica de cria del "salivazo de los pastos" en invernadero (Homoptera: Cercopidae). **Revista Colombiana de Entomologia**, Bogotá, v. 14, n. 1, p. 3-6, ene./jun. 1988.

SOUZA, H.D. A cigarrinha nos canaviais de Sergipe, Alagoas, Pernambuco e Bahia. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v. 32, n. 11, p. 446-454, 1948.

STINGEL, E. **Distribuição espacial e plano de amostragem para a cigarrinha-das-raízes, *Mahanarva fimbriolata* (Stål, 1854), em cana-de-açúcar**. 2005. 75 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

TÉRAN, F.O. Pragas da cana-de-açúcar. In: PARANHOS, S.B. (Ed.). **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 601-698.

5 DEPOSIÇÃO DE CONÍDIOS E PATOGENICIDADE DE *Metarhizium anisopliae* SOBRE *Mahanarva fimbriolata* (STÅL, 1854) (HEMIPTERA: CERCOPIDAE)

Resumo O corte mecanizado, sem queima, da cana-de-açúcar resulta num acúmulo de palha depositada no solo, proporcionando temperatura e umidade favoráveis à cigarrinha-das-raízes, *Mahanarva fimbriolata* (Stål, 1854) (Hemiptera: Cercopidae), que provoca sérios problemas devido a sua ocorrência generalizada, altas populações e gravidade de danos ocasionados. O objetivo deste trabalho foi avaliar o número de conídios depositados sobre ninfa e espuma de *M. fimbriolata* após a aplicação de *Metarhizium anisopliae* (IBCB 348), e sua eficiência no controle da praga. As condições laboratoriais foram de $25\pm 1^\circ\text{C}$; UR $70\pm 10\%$ e fotofase de 14 horas. Para avaliar o número de conídios, adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado (fatorial 3×3), com três concentrações ($1,2 \times 10^7$; $5,0 \times 10^7$ e $5,0 \times 10^8$ conídios.ml⁻¹), três alvos de aplicação (ninfa sem espuma, ninfa com espuma e espuma), com três repetições (plantas), infestadas com cinco ninfas cada. Para avaliar a eficiência de *M. anisopliae*, adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado (fatorial 3×5), com as três concentrações e quatro alvos de aplicação (ninfa, ninfa lavada, espuma e espuma lavada) mais a testemunha. Não houve diferença em relação ao número de conídios depositados por ninfa e concentrações, variando de 1,6 a 5,3; 2,9 a 4,9 e 0,7 a 3,6 conídios/ninfa, respectivamente. Os maiores percentuais de mortalidade, acumulada, total e confirmada, de *M. fimbriolata* pulverizadas com *M. anisopliae*, oito dias após a inoculação, foram obtidos na concentração de $5,0 \times 10^8$ conídios.ml⁻¹, sendo de 57,5 e 62,3% (total) e 42,7 e 45,2% (confirmada) quando pulverizados sobre a ninfa e espuma, respectivamente. Os resultados mostraram que *M. anisopliae* apresenta maior potencial para o controle biológico de *M. fimbriolata* quando pulverizado sobre a ninfa ou espuma e quando não há lavagem dos conídios após a pulverização.

Palavras-chave: Controle microbiano; Entomopatógeno; Cigarrinha-das-raízes.

Pathogenicity and deposition of *Metarhizium anisopliae* conidia on *Mahanarva fimbriolata* (Stål, 1854) (Hemiptera: Cercopidae)

Abstract Mechanized sugarcane harvest, without burning the trash, results in trash accumulation on the soil, providing suitable temperature and humidity conditions for development of the sugarcane spittlebug, *Mahanarva fimbriolata* (Stål, 1854) (Hemiptera: Cercopidae), which causes serious problems due to its generalized occurrence, high populations, and significant damages. The objective of this study was to evaluate the number of conidia deposited on *M. fimbriolata* nymphs and spittles after application of *Metarhizium anisopliae*, as well as its effectiveness in controlling the pest. The laboratory conditions were $25\pm 1^\circ\text{C}$; RH $70\pm 10\%$, and 14-hour photophase. A completely randomized (3×3 factorial) experimental design was adopted to evaluate number of conidia, with three concentrations (1.2×10^7 ; 5.0×10^7 , and 5.0×10^8 conidia.ml⁻¹), three application targets (nymph without spittle, nymph with spittle, and spittle), and three replicates, infested with five nymphs each. A completely randomized (3×5 factorial) experimental design was adopted to evaluate *M. anisopliae*

effectiveness, using the same three concentrations previously described and four application targets (nymph, washed-off nymph, spittle, and washed-off spittle), in addition to a control. There were no differences with regard to the number of conidia deposited per nymph at concentrations ranging from 1.6 to 5.3; 2.9 to 4.9; and 0.7 to 3.6 conidia/nymph, respectively. The highest cumulative, total, and confirmed mortalities of *M. fimbriolata* sprayed with *M. anisopliae* eight days after inoculation were observed at the 5.0×10^8 conidia.ml⁻¹ dose, with values of 57.5 and 62.3% (total), and 42.7 and 45.2% (confirmed) when sprayed on nymphs and on the spittle, respectively. The results showed that *M. anisopliae* has a greater potential for *M. fimbriolata* biological control when sprayed on nymphs or on the spittle without washing off the conidia after application.

Keywords: Microbial control; Entomopathogen; Sugarcane spittlebug.

5.1 Introdução

Com a implantação da colheita mecanizada da cana-de-açúcar, realizada sem queima, ocorre o depósito e acúmulo de palha sobre o solo, proporcionando condições favoráveis, umidade e temperatura elevada, à cigarrinha-das-raízes, *Mahanarva fimbriolata* (Stål, 1854) (Hemiptera: Cercopidae), praga que provoca sérios problemas devido a sua ocorrência generalizada, altas populações e gravidade dos danos (DINARDO-MIRANDA et al., 2001; ALMEIDA et al., 2002 b). No estado de São Paulo, o Decreto-Lei estadual n°. 42.056/96, que dispõe sobre a proibição da despalha da cana-de-açúcar para a indústria através da queima, atende os anseios tecnológicos para o aumento da produtividade sustentável da cana-de-açúcar. Considerando que esta legislação proibirá a queima da cana-de-açúcar no Estado, supõe-se que haverá aumento significativo na população de *M. fimbriolata*. Entre as ferramentas para minimizar o problema, que se enquadre num programa de manejo sustentável da cultura, está o controle biológico, principalmente utilizando-se o fungo *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin.

O uso de fungos entomopatogênicos no controle de insetos tem sido objeto de pesquisas importantes com a finalidade de melhor preservar o meio ambiente. O fungo entomopatogênico *M. anisopliae* é amplamente distribuído na natureza, podendo ser encontrado facilmente nos solos, onde sobrevive por longos períodos. Os insetos atacados tornam-se mumificados e cobertos por uma camada pulverulenta de cor verde, formada pela aglomeração de conídios. *M. anisopliae* é utilizado no controle de pragas que causam sérios prejuízos a culturas de interesse

agronômico, em quase todos os países do mundo, principalmente nos tropicais (AZEVEDO, 2001, MILNER, 2003).

A ocorrência natural do fungo *M. anisopliae*, atacando cigarrinha-das-raízes em canaviais por todo o País, é bastante comum e incentiva o uso desse agente de controle biológico em áreas infestadas pela praga. Somando-se a isso, o fato de que um programa envolvendo controle biológico é extremamente interessante por razões ambientais e econômicas, esforços têm sido despendidos em estudos para uso do fungo em programas de manejo integrado da cigarrinha-das-raízes.

Alguns trabalhos envolvendo avaliação de isolados, número e doses de aplicação foram conduzidos (ALMEIDA et al., 2002a, b; BATISTA FILHO et al., 2002; LOUREIRO et al., 2005) e vários produtores utilizam o fungo, multiplicado-o em arroz, para controle de cigarrinha-das-raízes em áreas comerciais. As doses utilizadas comercialmente variam entre 1 e 10 kg.ha⁻¹ de arroz, contendo esporos do fungo, e os meios de aplicação podem ser diferentes. Alguns produtores lavam os grãos de arroz em água e aplicam a calda resultante (fungo em calda), enquanto outros distribuem diretamente os grãos de arroz infestados, geralmente por avião. Devido às variações nas doses e modo de aplicação, ou até mesmo por causa delas, são comuns relatos sobre a baixa eficiência de controle da cigarrinha-das-raízes através da utilização do fungo em condições de campo, situações em que as populações da praga não são mantidas abaixo do nível de dano econômico após o uso do fungo (DINARDO-MIRANDA, 2004).

Embora, o controle da cigarrinha-das-raízes com *M. anisopliae*, venha sendo empregado há muito tempo, estudos referentes à concentração a ser utilizada em cana-de-açúcar, visando ao controle dessa praga, são escassos no Brasil. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar a deposição de um número conhecido de conídios de *M. anisopliae* e sua eficiência no controle de ninfas de terceiro ínstar de *M. fimbriolata*.

5.2 Material e Métodos

A pesquisa com *Mahanarva fimbriolata* e *Metarhizium anisopliae* foi desenvolvida no Laboratório de Controle Biológico do Instituto Biológico, em Campinas, São Paulo. Os trabalhos foram conduzidos à temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14

horas. Os insetos utilizados foram provenientes de criação estoque de laboratório - ESALQ/USP, obtidos segundo técnica descrita por Garcia (2002).

Obtenção do isolado: O isolado de *M. anisopliae* (IBCB 348) é proveniente da Coleção de Microrganismos Entomopatogênicos do Laboratório de Controle Biológico do Instituto Biológico, Campinas, SP. Para realizar os bioensaios, o isolado foi multiplicado colocando-se uma pequena quantidade de conídios puros, espalhados uniformemente com alça de Drigalsky, em placas de Petri (9 cm de diâmetro) contendo meio completo (MC) esterilizado. As placas foram mantidas a $25 \pm 1^\circ\text{C}$ e fotofase de 12 horas por um período de oito dias e, posteriormente, armazenadas em geladeira (4°C) até a utilização nos experimentos.

A utilização do isolado, IBCB 348, se deveu ao fato de o mesmo já ter sido selecionado como promissor no programa de controle microbiano (ALMEIDA et al. 2003), proporcionando altos níveis de controle (de até 85%) (ALMEIDA et al. 2002 b, BATISTA FILHO et al. 2002), além das características de patogenicidade, virulência, esporulação e alta produção de conídios.

Estabelecimento das concentrações: Foram testadas três concentrações do isolado IBCB 348 de *M. anisopliae* ($1,2 \times 10^7$; $5,0 \times 10^7$ e $5,0 \times 10^8$ conídios.ml⁻¹) e testemunha, a qual recebeu apenas água destilada estéril.

Número de conídios depositados: Os tratamentos (concentrações) foram pulverizados diretamente sobre ninfas sem a presença de espuma e ninfas sob as espumas. O delineamento experimental casualizado foi em esquema fatorial 3 x 3 (concentrações x alvos). O tratamento foi composto por três repetições, contendo dez ninfas cada. A aplicação de 1 ml da suspensão de *M. anisopliae* foi feita sobre as ninfas e as espumas contendo ninfas, com auxílio de torre de Potter à pressão constante de 20 lb.pol⁻². Imediatamente após a pulverização, as ninfas que estavam sob a espuma foram retiradas e colocadas em tubo de ensaio contendo 10 ml de solução Tween 80 (0,01%), submetidos a três minutos de agitação em Vortex, para posterior quantificação dos conídios em câmara de Neübauer (ALVES; MORAES, 1998). O mesmo procedimento foi realizado para a espuma que estava sobre as ninfas e também com as ninfas que foram pulverizadas sem a presença de espuma. Após esse procedimento, foram realizadas três leituras de cada amostra. A média obtida foi dividida por dez e correspondeu à estimativa do número de conídios/inseto em relação a cada tratamento.

Eficiência de controle: Em cada planta de cana-de-açúcar, plantada em vaso de 200 ml, foram acondicionadas cinco ninfas de terceiro ínstar. Após a transferência, as respectivas

concentrações foram pulverizadas nos indivíduos que permaneciam sobre as raízes das plantas, como descrito anteriormente. Essas aplicações foram feitas diretamente sobre ninfas sem a presença de espuma e em ninfas envoltas por espuma. Parte dessas ninfas (50%), com e sem a presença de espuma, foram lavadas em água corrente. As plantas contendo as ninfas foram mantidas a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 14 horas. A mortalidade das ninfas foi avaliada diariamente e cada inseto morto foi lavado em álcool 70% e água destilada esterilizada, para desinfecção superficial. Em seguida, os insetos foram transferidos para placas ELISA, esterilizadas e colocadas dentro de um recipiente plástico hermético. O recipiente plástico foi mantido nas mesmas condições climáticas citadas anteriormente. Por meio desse procedimento foi possível confirmar se a mortalidade tinha sido causada pelo patógeno, observando-se o crescimento micelial e conidiogênese na parte externa do cadáver.

Os valores de mortalidade foram corrigidos pela fórmula de Abbott (1925). Os dados resultantes foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$), utilizando-se o software SANEST 2.0 (ZONTA; MACHADO, 1982).

5.3 Resultados e Discussão

Número de conídios depositados: A pulverização de conídios de *M. anisopliae* diretamente sobre as ninfas de *Mahanarva fimbriolata* tendeu a propiciar maior adesão destes nos insetos em relação às ninfas que estavam sob a espuma no momento da pulverização, embora não tenha sido constatada diferença significativa, independentemente da concentração utilizada (Tabela 1), indicando que maiores concentrações deverão ser avaliadas, na tentativa de melhor deposição de conídios sobre a ninfa e conseqüente aumento na ação do fungo.

Fatores diversos podem ter atuado na adesão dos conídios ao tegumento da ninfa, como a textura e as estruturas presentes, cerdas ou pêlos, no corpo do inseto. No campo, a pulverização de *M. anisopliae* é realizada geralmente sobre a espuma, e dessa forma, embora menor, o número de conídios efetivamente depositados na ninfa sob a espuma ocorre em quantidade suficiente para ocasionar a sua morte, pois é assim que atua nessas condições.

Tabela 1 - Número médio de conídios de *M. anisopliae*, isolado IBCB 348, sobre ninfa e espuma (ninha e espuma) da cigarrinha-das-raízes, *M. fimbriolata*, em diferentes concentrações. Temperatura: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase: 14 horas

Concentração	Nº de conídios (10^6)		
	Ninfa sem espuma	Ninfa com (sob) espuma	
		Espuma	Ninfa
Testemunha	$0,0 \pm 0,0$	$0,0 \pm 0,0$	$0,0 \pm 0,0$
$1,2 \times 10^7$	$1,60 \pm 0,39$	$2,86 \pm 0,58$	$0,74 \pm 0,17$
$5,0 \times 10^7$	$2,66 \pm 0,83$	$3,14 \pm 0,07$	$2,00 \pm 0,00$
$5,0 \times 10^8$	$5,26 \pm 1,04$	$4,94 \pm 0,15$	$3,60 \pm 0,31$

Não houve diferença estatística entre as médias.

Eficiência de controle: O percentual acumulado, no período de 1 a 8 dias, de mortalidade total de ninfas causado por *M. anisopliae* foi aparentemente modesto entre todos os tratamentos. Dentre as concentrações testadas, o maior percentual de mortalidade foi registrado quando se utilizou a concentração mais alta ($5,0 \times 10^8$ conídios.ml⁻¹) e quando esta foi pulverizada sobre ninfas e espumas, as quais não diferiram entre si, totalizando 57,5 e 62,3% de mortalidade, respectivamente. Houve diferença significativa entre a pulverização realizada sobre ninfa e espuma, independentemente das concentrações utilizadas, e os demais tratamentos, os quais sofreram lavagem de conídios após a pulverização e testemunha. As concentrações, $1,2 \times 10^7$, $5,0 \times 10^7$ e $5,0 \times 10^8$ conídios.ml⁻¹ diferiram entre si, independentemente do alvo atingido, ocasionando mortalidade média de 17,5; 28,3 e 45,5% respectivamente. Quando se compararam os tratamentos, independentemente das concentrações, ocorreu comportamento diferenciado, exceto quando a pulverização foi feita sobre ninfa e espuma sem lavagem, que propiciaram mortalidade média total de 31,4 e 33,3%, respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2 - Mortalidade acumulada total \pm erro padrão dez dias após a pulverização de diferentes concentrações de *M. anisopliae* sobre ninfas e espuma de *M. fimbriolata*. (Temperatura: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase: 14 horas)

Tratamento	Mortalidade (%)				Média
	Testemunha	$1,2 \times 10^7$	$5,0 \times 10^7$	$5,0 \times 10^8$	
Ninfa	$0,0 \pm 0,0$ a A	$22,6 \pm 1,5$ a B	$45,3 \pm 1,1$ a C	$57,5 \pm 2,6$ a D	$31,4 \pm 1,3$
Espuma	$0,0 \pm 0,0$ a A	$27,8 \pm 1,8$ a B	$42,9 \pm 2,1$ a C	$62,3 \pm 2,8$ a D	$33,3 \pm 1,7$
Ninfa Lavada	$0,0 \pm 0,0$ a A	$19,5 \pm 1,8$ b B	$24,8 \pm 2,5$ b C	$36,9 \pm 1,9$ b D	$20,3 \pm 1,6$
Espuma Lavada	$0,0 \pm 0,0$ a A	$0,0 \pm 0,0$ c A	$0,0 \pm 0,0$ c A	$25,2 \pm 1,8$ c B	$6,3 \pm 0,5$
Média	$0,0 \pm 0,0$	$17,5 \pm 1,3$	$28,3 \pm 1,4$	$45,5 \pm 2,3$	

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Nas comparações entre as concentrações, independentemente dos tratamentos avaliados, observou-se que os valores de mortalidade confirmada variaram, em média, entre 13,2 e 34,5%, respectivamente da menor para a maior concentração. Excluindo-se os efeitos de concentrações, verificou-se o mesmo cenário anterior, ou seja, pulverização sobre a ninfa e espuma não diferem entre si, diferentemente dos demais tratamentos, ocasionando mortalidade de 42,7 e 45,2%, respectivamente, para a maior dosagem utilizada ($5,0 \times 10^8$ conídios.ml⁻¹) (Tabela 3). Tais resultados podem explicar a baixa eficiência de controle do fungo constatada por alguns autores Landell e Vasconcelos² (2004 apud DINARDO-MIRANDA et al., 1990). Levando-se em conta que esses valores foram obtidos em condições ideais de laboratório é de se supor que haja necessidade de serem empregadas concentrações maiores do fungo para aumentar a eficiência em campo.

² LANDELL, M.G.A.; VASCONCELOS, A.C. 2004. Grupo Fitotécnico de Cana-de-açúcar: Atas das reuniões 1992/2003, 2004. Grupo Fitotécnico, Ribeirão Preto, 400p.

Tabela 3 - Mortalidade acumulada confirmada \pm erro padrão dez dias após a pulverização de diferentes concentrações de *M. anisopliae* sobre ninfas e espuma de *M. fimbriolata*. (Temperatura: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase: 14 horas)

Tratamento	Mortalidade (%)				Média
	Testemunha	$1,2 \times 10^7$	$5,0 \times 10^7$	$5,0 \times 10^8$	
Ninfa	$0,0 \pm 0,0$ a A	$18,4 \pm 2,4$ a B	$39,2 \pm 1,2$ a C	$42,7 \pm 3,5$ a C	$25,1 \pm 1,8$
Espuma	$0,0 \pm 0,0$ a A	$23,1 \pm 2,5$ a B	$29,7 \pm 2,4$ b C	$45,2 \pm 2,8$ a D	$24,5 \pm 1,9$
Ninfa Lavada	$0,0 \pm 0,0$ a A	$11,3 \pm 2,9$ b B	$20,2 \pm 3,1$ c C	$27,6 \pm 2,1$ b D	$14,8 \pm 0,0$
Espuma Lavada	$0,0 \pm 0,0$ a A	$0,0 \pm 0,0$ c A	$0,0 \pm 0,0$ d A	$22,5 \pm 2,6$ c B	$5,6 \pm 0,7$
Média	$0,0 \pm 0,0$	$13,2 \pm 1,9$	$22,3 \pm 1,7$	$34,5 \pm 2,8$	

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Em testes para seleção de isolados de *M. anisopliae*, Loureiro et al. (2005) observaram a eficiência do isolado IBCB 348 e constataram variações de mortalidade total de 88 a 100% e confirmada de 54 a 80%, no sexto dia após a aplicação, pulverizando a concentração de $1,2 \times 10^7$ conídios.ml⁻¹. Da mesma forma, Macedo et al. (2006) observaram eficiência média de mortalidade de 59,5% para o referido isolado. Esses resultados foram obtidos com insetos oriundos de campo, os quais não apresentavam padrão de idade, e garantia de não contaminação, o que pode comprometer os resultados obtidos. Macedo et al. (2006) realizaram testes preliminares para a testemunha, mantendo ninfas sobre folhas de cana-de-açúcar, e constataram mortalidade superior a 50%, quatro dias após a inoculação. Mesmo alterando a metodologia, ou seja, fornecendo raízes para alimentação das ninfas, a mortalidade na testemunha foi próxima a 20%, cinco dias após a inoculação, considerada alta ainda para testes laboratoriais. O mesmo foi observado por Loureiro et al. (2005) quando utilizaram folhas de cana-de-açúcar para alimentação de ninfas, os quais obtiveram mortalidade de até 90% na testemunha, seis dias após a inoculação. Isso se deveu, provavelmente, à qualidade do material biológico utilizado, o qual foi retirado do seu ambiente natural, sofreu estresse de coleta e de transporte até o laboratório, além do risco de ter trazido contaminantes não constatados.

A capacidade de produção de um isolado é um aspecto importante que pode levar ao desencadeamento de epizootias em campo, pois em condições ambientais favoráveis, mantém ou

aumenta o potencial de inóculo em uma determinada área (ALVES; LECUONA, 1998). A esporulação de *M. anisopliae* sobre cadáveres de vários insetos é de grande interesse para as pesquisas sobre controle biológico, porque está diretamente relacionada à sobrevivência do fungo sobre o inseto.

Foi possível observar, durante os oito dias após a inoculação, ninfas de cigarrinhas com sintomas de infecção, as quais, poucas horas depois, estavam mortas. Conforme Alves (1998), esse fato pode ser explicado pelas características do microrganismo, como tempo de germinação e colonização, que são variáveis e podem determinar a virulência do isolado e o tempo necessário para que promova a morte do hospedeiro.

Estudos relacionados à multiplicação de fungos entomopatogênicos em insetos são de grande importância, pois informam a capacidade de tais agentes biocontroladores em aumentar o potencial de inóculo no ambiente dos hospedeiros, além de mostrarem a possibilidade da transmissão e disseminação dos conídios nas populações de insetos.

5.4 Conclusões

O método de inoculação por contato direto dos insetos com a cultura fúngica é eficiente. O fungo *M. anisopliae*, em condições de laboratório, apresenta patogenicidade e virulência em relação a *M. fimbriolata*. A produção de conídios de *M. anisopliae* sobre os insetos mortos confirma o potencial do fungo como biocontrolador, garantindo a manutenção do inóculo no ambiente por maior período de tempo.

Referências

ABBOTT, W.S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**. Lanham, v. 18, n. 2, p. 265-267, 1925.

ALMEIDA, J.E.M.; BATISTA FILHO, A.; LEITE, L.G. Controle da cigarrinha-da-raiz da cana-de-açúcar *Mahanarva fimbriolata* (Hem.: Cercopidae) em cana cultivada no sistema orgânico. **STAB. Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 21, p. 79-83, 2002a.

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. 21, p. 84-89, 2002b.

ALMEIDA, J.E.M.; BATISTA FILHO, A.; SANTOS, A.S.; LEITE, L.G.; ALVES, S.B. Controle da cigarrinha-da-raiz da cana-de-açúcar *Mahanarva fimbriolata* (Hem.: Cercopidae), em cana cultivada no sistema orgânico. **STAB. Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 22, p. 34-37, 2003.

ALVES, S.B. **Controle microbiano de insetos**. Piracicaba: FEALQ, 1998. 1163 p.

ALVES, S.B.; LECUONA, R.E. Epizootiologia aplicada ao controle microbiano de insetos. In: ALVES, S.B. (Ed.). **Controle microbiano de insetos**. Piracicaba: FEALQ, 1998. cap. 5, p. 97-170.

ALVES, S.B.; MORAES, S.A. Quantificação de inóculo de patógenos de insetos. In: ALVES, S.B. (Ed.). **Controle microbiano de insetos**. Piracicaba: FEALQ, 1998. cap. 23, p. 765-777.

AZEVEDO, J.L. O uso dos fungos em biotecnologia. In: SEREFINE, L.A.; BARROS, M.N.; AZEVEDO, J.L. (Ed.). **Biotecnologia: avanços na agricultura e na agroindústria**. Caxias do Sul: EDUCS, 2001. p. 93-149.

BATISTA FILHO, A.; ALMEIDA, J.E.M.; MACHADO, L.A. Eficiência de isolados de *Metarhizium anisopliae* no controle de cigarrinha-da-raiz da cana-de-açúcar *Mahanarva fimbriolata* (Hom.: Cercopidae). **STAB. Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 21, p. 84-89, 2002.

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

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, nov./dez. 2004.

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

LOUREIRO, E.S.; BATISTA FILHO, A.; ALMEIDA, J.E.M.; PESSOA, L.G.A. Seleção de isolados de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. contra a cigarrinha da raiz da cana-de-açúcar *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae) em laboratório. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n. 5, p. 791-798, set./out. 2005.

MACEDO, D.; ALVES, S.B.; VIEIRA, S.A. Seleção de isolados de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. A *Mahanarva fimbriolata* (Stål, 1854) (Hemiptera: Cercopidae). **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 27, n. 1, p. 47-52, jan./mar. 2006.

MILNER, R.J. Application of biological control agents in mound building termites (Isoptera: Termitidae) - experiences with *Metarhizium* in Australian. **Sociobiology**, Chico, v. 41, n. 2, p. 419-428, 2003.

ZONTA, E.P.; MACHADO, A.A. **SANEST (Sistema de Análise Estatística) para microcomputadores**. Pelotas, 1982.

6 EFEITO DE VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR SOBRE O DESENVOLVIMENTO DE *Mahanarva fimbriolata* (STÅL, 1854) (HEMIPTERA: CERCOPIDAE)

Resumo A cigarrinha-das-raízes, *Mahanarva fimbriolata* (Stål, 1854) (Hemiptera: Cercopidae), é considerada a principal praga da cana-de-açúcar colhida sem despalha a fogo, cana crua, no Brasil. O objetivo deste trabalho foi comparar a biologia de *M. fimbriolata* em seis variedades de cana-de-açúcar: SP79-1011, SP80-1816, SP80-1842, SP81-3250, RB72454 e RB835486. Os dados foram obtidos à temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas. A variedade RB72454 reduziu em 50% a população de ninfas alimentadas em suas raízes, destacando-se das demais. Em relação aos adultos, a variedade SP81-3250 possibilitou maior longevidade média de machos (38 dias) e de fêmeas (51 dias), maior período médio de oviposição (46 dias) e elevada fecundidade média (1215 ovos / fêmea), parâmetros estes diferentes estatisticamente dos obtidos nas outras variedades. Independentemente da variedade, os ovos de *M. fimbriolata* não apresentaram diferenças no período de desenvolvimento e na viabilidade. Dessa forma, a variedade SP81-3250 deve ser evitada em áreas propícias ao aparecimento e ocorrência de *Mahanarva fimbriolata*.

Palavras-Chave: Resistência de plantas; Antibiose; Tolerância; Biologia.

Effect of sugarcane varieties on the development of *Mahanarva fimbriolata* (Stål, 1854) (Hemiptera: Cercopidae)

Abstract The sugarcane spittlebug, *Mahanarva fimbriolata* (Stål, 1854) (Hemiptera: Cercopidae), is considered the most important pest of sugarcane harvested without burning the trash, or green cane, in Brazil. The objective of this work was to compare the biology of *M. fimbriolata* on six sugarcane varieties: SP79-1011, SP80-1816, SP80-1842, SP81-3250, RB72454, and RB835486. The data were obtained at a temperature of $25 \pm 1^\circ\text{C}$, RH of $70 \pm 10\%$, and a 14-hour photophase. Variety RB72454 stood out from the rest and reduced the nymphal population that fed on its roots by 50%. With regard to adults, variety SP81-3250 allowed greater mean longevity of males (38 days) and females (51 days), greater mean oviposition period (46 days), and a high mean fecundity (1215 eggs / female); these parameters were statistically different from those obtained with other varieties. Regardless of variety, *M. fimbriolata* eggs did not show developmental period or viability differences. Consequently, variety SP81-3250 should be avoided in areas predisposed to the appearance and occurrence of *Mahanarva fimbriolata*.

Keywords: Plant resistance; Antibiosis; Tolerance; Biology.

6.1 Introdução

O corte mecanizado em áreas canavieiras tem aumentado substancialmente no Brasil e em especial no estado de São Paulo, onde atualmente, cerca de um terço da área plantada é colhida mecanicamente. Nesse sistema de corte, a palha deixa de ser queimada e as folhas secas, ponteiros e folhas verdes picados são lançados sobre a superfície do solo, formando uma cobertura vegetal próxima à base dos colmos e perfilhos nas soqueiras. Em razão desta prática, vem-se observando mudanças no manejo da cultura e, como consequência, em muitas regiões, aumento na população da cigarrinha-das-raízes, *Mahanarva fimbriolata* (Stål, 1854) (Hemiptera: Cercopidae). Essa praga vinha sendo controlada principalmente por meio de despalha da cana a fogo antes da colheita, o que contribuiu para destruir suas formas biológicas, especialmente ovos em diapausa (BALBO JÚNIOR; MOSSIM, 1999; DINARDO-MIRANDA, 1999), além de alterar o microclima do local.

Ao se alimentarem, as ninfas ocasionam a “desordem fisiológica”, em decorrência das picadas que atingem os vasos lenhosos da raiz e os deterioram, dificultando ou impedindo o fluxo de água e de nutrientes (GALLO et al., 2002). Os adultos provocam a “queima da cana-de-açúcar” (GUAGLIUMI, 1972 / 73) e suas toxinas, injetadas ao se alimentarem, também causam redução no tamanho e diâmetro dos entrenós, que ficam curtos e fibrosos (EL-KADI, 1977).

Um dos principais meios de controle desta praga tem sido o fungo entomopatogênico *Metarhizium anisopliae*, na concentração de 5×10^{12} conídios viáveis / hectare. Porém, o emprego de inseticidas no controle da cigarrinha-das-raízes também é recomendado e, neste caso, deve ser utilizado em situações que exijam resposta rápida de controle, sob o risco de não conter os prejuízos potenciais da praga (DINARDO-MIRANDA et al., 2001).

Alternativa para o controle da cigarrinha-das-raízes consiste no uso de variedades resistentes, sendo que estudos com cana-de-açúcar são incipientes no Brasil. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento biológico de *M. fimbriolata*, praga que passou a ser problema nos últimos anos em cana-de-açúcar, principalmente nas variedades mais cultivadas no estado de São Paulo.

6.2 Material e Métodos

A pesquisa com *Mahanarva fimbriolata* nas variedades SP79-1011, SP80-1816, SP80-1842, SP81-3250, RB72454 e RB835486 foi desenvolvida no Laboratório de Biologia de Insetos do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), Universidade de São Paulo (USP), em Piracicaba, São Paulo. Os trabalhos foram conduzidos à temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas. Os insetos utilizados foram provenientes de criação estoque de laboratório, obtidos segundo técnica descrita por Garcia (2002).

Os seguintes parâmetros biológicos da cigarrinha-das-raízes foram avaliados: duração e viabilidade das fases de ovo e ninfa, período de pré-oviposição, oviposição, fecundidade e longevidade de adultos.

Para determinar a duração do período embrionário e sua viabilidade, foram utilizados ovos do terceiro dia de oviposição, provenientes de fêmeas criadas nas respectivas variedades, distribuídos em placas de acrílico (6 cm de diâmetro x 2cm de altura), forradas com papel filtro autoclavado e umedecido com água destilada. Diariamente, anotou-se o número de ninfas eclodidas por placa. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco repetições, sendo cada uma delas constituída por 100 ovos.

Para avaliar a duração e a viabilidade do período de ninfa, utilizaram-se mudas de cana-de-açúcar das respectivas variedades, acondicionadas em recipientes de 500ml de capacidade, vedados por tampa plástica com um orifício central (2 cm de diâmetro). Diariamente, foram realizadas avaliações, anotando-se o número de adultos emergidos. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 10 repetições, sendo que cada repetição foi composta por 10 ninfas de *M. fimbriolata*.

Para calcular a fecundidade (número de ovos / fêmea) e o ritmo de oviposição (número médio de ovos / dia), considerou-se o período de oviposição transcorrido entre a primeira e a última postura observada. Em cada avaliação foram quantificados os números de fêmeas vivas e mortas. Foram correlacionados os valores de mortalidade média diária e os tempos transcorridos entre o início e o final da oviposição. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 40 repetições, sendo cada uma destas, constituída por um casal de *M. fimbriolata*.

Os dados biológicos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$), utilizando-se o software SANEST 2.0 (ZONTA; MACHADO, 1982). Para análise de agrupamento “Cluster Analysis” foram utilizados os parâmetros: duração e viabilidade das fases de ovo e de ninfa, período de pré-oviposição, de oviposição, fecundidade e longevidade de adultos, utilizando-se o programa Systat 3.0.

6.3 Resultados e Discussão

As variedades de cana-de-açúcar estudadas influenciaram nos parâmetros biológicos avaliados para ninfas e adultos de *M. fimbriolata*, mas não alteraram o período de incubação e viabilidade de ovos.

A fase de ninfa diferiu estatisticamente para duração e viabilidade dos indivíduos expostos às diferentes variedades, variando de 35 a 38 dias. O menor período de ninfa foi observado nas variedades SP80-1816 e SP80-1842 (35 dias) e o maior em SP81-3250 (38 dias), SP79-1011 e RB835486 (38 dias). Embora na variedade RB72454 tenha ocorrido duração intermediária (37 dias) em comparação às demais, essa variedade ocasionou redução de 50% na viabilidade de ninfas, diferindo das reduções obtidas nas variedades SP80-1842 e SP81-3250 (22%) (Tabela 1).

Tabela 1 - Duração e viabilidade médias \pm erro padrão (E.P.) e intervalo de variação (I.V.) da fase de ninfa da cigarrinha-das-raízes, *M. fimbriolata*, em diferentes variedades de cana-de-açúcar. (Temperatura: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase: 14 h)

Variedades	Duração (dias)		Viabilidade (%)	
	Média \pm E.P.	I.V.	Média \pm E.P.	I.V.
SP 79-1011	38,0 \pm 0,46 a	36,0 - 40,0	64,0 \pm 7,84 ab	20,0 - 100,0
SP 80-1816	35,2 \pm 0,45 b	34,0 - 38,3	76,0 \pm 4,98 ab	60,0 - 100,0
SP 80-1842	35,2 \pm 0,35 b	34,0 - 37,3	78,0 \pm 6,29 a	40,0 - 100,0
SP 81-3250	37,7 \pm 0,53 a	35,0 - 40,3	78,0 \pm 5,54 a	40,0 - 100,0
RB72454	36,8 \pm 0,59 ab	34,5 - 39,3	50,0 \pm 8,56 b	20,0 - 100,0
RB835486	38,4 \pm 0,65 a	35,3 - 42,0	58,0 \pm 4,67 ab	40,0 - 80,0

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

A longevidade de machos e de fêmeas da cigarrinha-das-raízes foi fortemente influenciada pela variedade onde se alimentaram. Assim, na variedade SP81-3250, foram constatadas longevidades de 38 dias para os machos e 51 dias para as fêmeas, significativamente superiores aos demais genótipos. Este fato pode levar a um aumento no número de ovos depositados, pela permanência mais prolongada se alimentando, além de, conseqüentemente, ocasionar maiores danos (Tabela 2).

Tabela 2 - Longevidade média \pm erro padrão (E.P.) e intervalos de variação (I.V.) de machos e de fêmeas da cigarrinha-das-raízes, *M. fimbriolata*, em diferentes variedades de cana-de-açúcar. (Temperatura: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase: 14 h)

Variedades	Longevidade (dias)			
	Macho		Fêmea	
	Média \pm E.P.	I.V.	Média \pm E.P.	I.V.
SP 79-1011	15,4 \pm 1,49 b	6,0 - 26,0	21,5 \pm 5,63 b	4,0 - 74,0
SP 80-1816	15,1 \pm 1,75 b	9,0 - 28,0	21,5 \pm 5,78 b	2,0 - 72,0
SP 80-1842	19,4 \pm 2,14 b	11,0 - 37,0	24,4 \pm 5,45 b	3,0 - 75,0
SP 81-3250	38,3 \pm 7,03 a	11,0 - 68,0	51,1 \pm 8,60 a	16,0 - 80,0
RB72454	24,5 \pm 3,85 b	12,0 - 45,0	35,0 \pm 7,55 ab	7,0 - 72,0
RB835486	11,9 \pm 1,46 b	7,0 - 20,0	12,8 \pm 1,40 b	8,0 - 22,0

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

O período de pré-oviposição não foi afetado pelas variedades utilizadas para criação dos insetos. Já o período de oviposição diferiu estatisticamente, destacando-se a variedade SP81-3250 com 46 dias, diferente dos valores registrados nas variedades RB835486, SP 79-1011 e SP 80-1816 (7, 18 e 17 dias, respectivamente) (Tabela 3).

Tabela 3 - Períodos médios \pm erro padrão (E.P.) e intervalos de variação (I.V.) de pré-oviposição e de oviposição de fêmeas da cigarrinha-das-raízes, *M. fimbriolata*, em diferentes variedades de cana-de-açúcar. (Temperatura: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase: 14h)

Variedades	Pré-oviposição (dias)		Oviposição (dias)	
	Média \pm E.P.	I.V.	Média \pm E.P.	I.V.
SP 79-1011	4,0 \pm 0,35 a	0,0 - 5,0	17,6 \pm 5,61 b	0,0 - 71,0
SP 80-1816	4,5 \pm 0,40 a	0,0 - 6,0	16,9 \pm 5,49 b	0,0 - 66,0
SP 80-1842	4,1 \pm 0,40 a	0,0 - 7,0	20,4 \pm 5,40 ab	0,0 - 71,0
SP 81-3250	5,1 \pm 0,30 a	4,0 - 6,0	46,0 \pm 8,71 a	10,0 - 76,0
RB72454	5,3 \pm 0,30 a	3,0 - 6,0	29,2 \pm 7,22 ab	5,0 - 67,0
RB835486	4,1 \pm 0,55 a	0,0 - 6,0	7,4 \pm 1,23 b	0,0 - 15,0

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Fêmeas expostas à variedade SP81-3250 apresentaram fecundidade média de 1.215 ovos, diferindo estatisticamente das mantidas nas outras variedades, em que os valores médios variaram entre 143 e 560 ovos por fêmea (Tabela 4).

Tabela 4 - Fecundidade média \pm erro padrão (E.P.) e intervalo de variação (I.V.) da cigarrinha-das-raízes, *M. fimbriolata*, em diferentes variedades de cana-de-açúcar. (Temperatura: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase: 14 h)

Variedades	N° de ovos / fêmea	
	Média \pm E.P.	I.V.
SP 79-1011	254,5 \pm 68,46 b	0,0 - 908,0
SP 80-1816	333,2 \pm 115,65 b	0,0 - 1.476,0
SP 80-1842	479,9 \pm 137,06 b	0,0 - 1.563,0
SP 81-3250	1.215,0 \pm 200,02 a	281,0 - 1.732,0
RB72454	559,9 \pm 161,78 b	62,0 - 1.621,0
RB835486	143,0 \pm 23,84 b	0,0 - 234,0

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Independentemente da variedade em que ninfas e adultos foram mantidos, estas não influenciaram, significativamente, o período de incubação (com duração média de 18 dias) e a viabilidade de ovos, que variou de 83 % (SP79-1011) a 97% (SP81-3250) (Tabela 5).

Tabela 5 - Duração e viabilidade médias \pm erro padrão (E.P.) e intervalo de variação (I.V.) da fase de ovo da cigarrinha-das-raízes, *M. fimbriolata*, em diferentes variedades de cana-de-açúcar. (Temperatura: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase: 14 h)

Variedades	Duração (dias)		Viabilidade (%)	
	Média \pm E.P.	I.V.	Média \pm E.P.	I.V.
SP 79-1011	18,7 \pm 0,26	18,1 - 19,3	83,0 \pm 1,73	80,0 - 88,0
SP 80-1816	18,7 \pm 0,30	18,1 - 19,4	86,0 \pm 2,94	80,0 - 92,0
SP 80-1842	18,3 \pm 0,05	18,2 - 18,4	92,5 \pm 4,35	80,0 - 100,0
SP 81-3250	18,2 \pm 0,23	17,7 - 18,8	97,3 \pm 0,95	96,0 - 100,0
RB72454	18,6 \pm 0,35	18,0 - 19,4	91,0 \pm 2,89	84,0 - 98,0
RB835486	18,5 \pm 0,29	17,9 - 19,0	91,0 \pm 4,65	78,0 - 100,0

Não houve diferença estatística entre as médias.

A análise de agrupamento “Cluster Analysis”, que levou em consideração os parâmetros: duração e viabilidade da fase de ovo e de ninfa, longevidade de machos e de fêmeas, período de pré-oviposição e de oviposição e fecundidade, proporcionou a formação de três grupos distintos (Figura 1). A fecundidade foi a variável mais importante na formação dos grupos, resultado também evidenciado pela análise de agrupamento (“F” = 21,84). Assim, o primeiro foi composto pelas variedades SP79-1011, SP80-1816 e RB835486 com valores de fecundidade média de 254,5; 333,2 e 143 ovos por fêmea respectivamente; o segundo foi composto pelas variedades SP80-1842 e RB72454, que apresentaram 479,9 e 559,9 ovos por fêmea respectivamente e o terceiro, formado pela variedade SP81-3250, que apresentou número médio elevado de ovos por fêmeas, totalizando, em média, 1215 ovos.

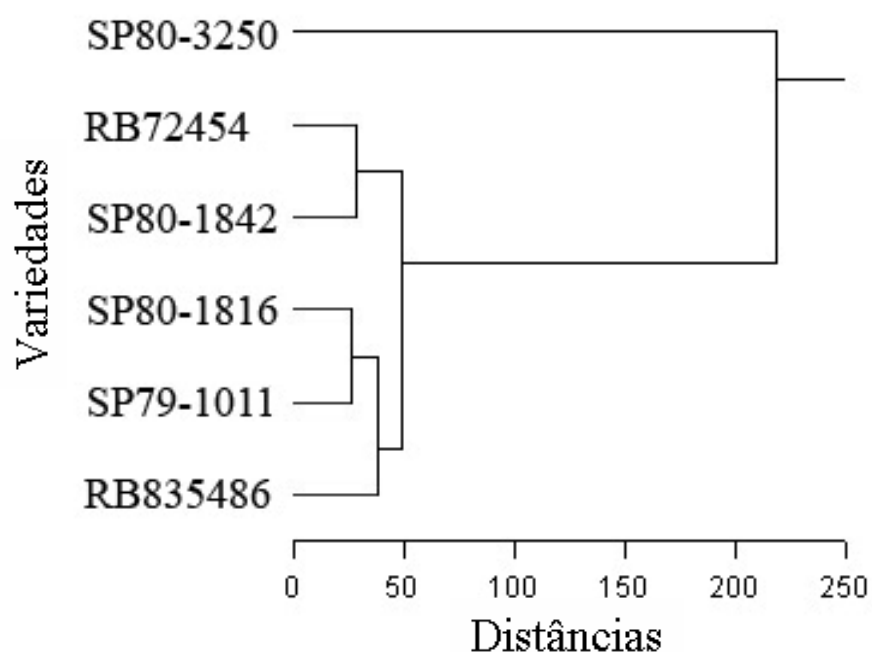


Figura 1 - Fenograma representativo das variedades testadas para avaliação de seu efeito na biologia de *Mahanarva fimbriolata* (Stål, 1854) (Hemiptera: Cercopidae)

Dessa forma, observa-se que a variedade SP81-3250 favorece o incremento de ovos e, conseqüentemente, pode elevar o número de indivíduos por geração, o que acarreta maiores danos à cultura, não sendo esta variedade indicada para áreas com possibilidade de ocorrência da praga.

São poucas as informações disponíveis na literatura sobre resistência de cana-de-açúcar a *M. fimbriolata*. Stingel (2005)³, em observações de campo realizadas no período de 1999 a 2002 em 10 usinas do Estado de São Paulo, avaliaram a população de ninfas de *M. fimbriolata* / metro linear de cana em aproximadamente 60.000 hectares. Tomando por base a porcentagem de áreas com infestações superiores a 5 ninfas / metro, o pesquisador constatou que nenhum campo com SP79-1011 atingiu este nível, enquanto que para RB72454 e RB835486 os valores situaram-se entre 1 e 9%; para SP80-1816 entre 10 e 19% e para SP80-1842 e SP81-3250, 20% das áreas apresentavam densidades iguais ou superiores a 5 ninfas / metro. Confrontando estas informações com os parâmetros biológicos obtidos em laboratório, há fortes evidências de que as variedades

³ STINGEL, E. (Centro de Tecnologia Canavieira). Comunicação Pessoal, 2005.

influenciam, em maior ou menor grau, a incidência de cigarrinha-das-raízes. Como exemplo, a variedade SP81-3250, a qual possibilitou maior longevidade de machos e de fêmeas, maior período de oviposição e elevada fecundidade, é uma das que apresenta maior infestação natural da praga.

Esta informação reforça a necessidade de se aprofundarem os trabalhos de resistência varietal à cigarrinha-das-raízes em cana-de-açúcar no Brasil. No passado, Guagliumi (1972 / 73) constatou que as variedades POJ 2878, Caianã, Pitú e Criola, hoje retiradas do mercado, apresentavam maior suscetibilidade ao ataque de adultos de *Mahanarva rubicunda indentata* (Hemiptera: Cercopidae), sendo que as variedades Co 331 e CP-5122, devido à disposição fechada das bainhas foliares, dificultavam a entrada e o desenvolvimento de ninfas, ao contrário, das variedades CB-5022, CB-4077 e CB-47355 que, por apresentarem a característica de soltar as folhas velhas, expunham-se às ninfas, aos fatores abióticos e aos inimigos naturais.

Outros autores, como Pickles (1933), Pickles (1942) e Fewkes (1969) relatam, com base em observações de campo, que algumas variedades de cana-de-açúcar são menos suscetíveis ao ataque de cigarrinhas do que outras.

Segundo Fennah (1939), o fato de adultos de *Tomaspsis saccharina* (Hemiptera: Cercopidae) serem diferentemente atraídos pelo odor da folha de diferentes variedades evidencia que este fator pode ser responsável pela resistência varietal à referida cigarrinha. Tal mecanismo de resistência, entretanto, somente seria efetivo quando a praga tivesse chance de escolha entre variedades, o que normalmente não ocorre em plantações comerciais de extensas áreas. O ideal seria selecionar variedades com fatores de resistência fisiológicos ou morfológicos, as quais seriam menos apropriadas ao desenvolvimento de ninfas e à sobrevivência e oviposição de adultos. Alguns parâmetros biológicos, como longevidade de adultos, período de oviposição e fecundidade, demonstraram ser passíveis de uso no melhoramento varietal visando selecionar material a ser utilizado em regiões e/ou condições restritivas devido ao ataque desta praga. Estas informações possibilitariam a manutenção de um banco genético de cana-de-açúcar, através do qual, seria possível incorporar genes, que pudessem regular a produção de substâncias químicas que conferissem resistência varietal por antibiose e então, tais caracteres poderiam ser associados a outros parâmetros agronômicos desejáveis.

6.4 Conclusões

As variedades de cana-de-açúcar influenciam a incidência de cigarrinha-das-raízes. Elas podem aumentar a longevidade de machos e de fêmeas, alongar o período de oviposição e elevar o número médio de ovos por fêmea.

Referências

BALBO JÚNIOR, W.; MOSSIM G.C. Ocorrência e tentativa de controle de pragas em cana crua na Usina Santo Antônio. In: SEMANA DA CANA-DE-AÇÚCAR DE PIRACICABA, 4., 1999, Piracicaba. **Anais ...** Piracicaba: STAB, 1999. p. 40-42.

DINARDO-MIRANDA, L.L. Cigarrinhas em cana crua. In: SEMANA DA CANA-DE-AÇÚCAR DE PIRACICABA, 4., 1999, Piracicaba. **Anais ...** Piracicaba: STAB, 1999. p. 36-37.

DINARDO-MIRANDA, L.L.; MOSSIM, G.C.; DURIGAN, A.M.P.R.; BARBOSA, V. Controle químico de cigarrinha-das-raízes, *Mahanarva fimbriolata*, em cana-de-açúcar. **STAB. Açúcar, Alcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 19, n. 4, p. 20-23, 2001.

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

FENNAH, R.G. A summary of experimental work on varietal resistance of sugar-cane to *Tomaspis saccharina*. **Tropical Agriculture**, London, v. 16, n. 10, p. 233-240, 1939.

FEWKES, D.W. The control of froghoppers in sugar cane plantations. In: WILLIAMS, J.R.; METCALFE, J.R.; MUNGOMERY, R.W.; MATHES, R. (Ed.). **Pests of sugar cane**. Amsterdam: Elsevier, 1969. chap. 15, p. 309-324.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BAPTISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; 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. **Técnica de criação e tabela de vida de *Mahanarva fimbriolata* (Stål, 1854) (Hemiptera: Cercopidae)**. 2002. 59 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

GUAGLIUMI, P. Cigarrinha da raiz. In: _____. **Pragas da cana-de-açúcar: Nordeste do Brasil**. Rio de Janeiro: Instituto do Açúcar e do Alcool, 1972-1973. p. 69-103. (Coleção Canavieira, 10).

PICKLES, A. Entomological contributions to the study of sugar-cane froghopper. **Tropical Agriculture**, London, v. 10, n. 10, p. 286-295, 1933.

PICKLES, A. A discussion of researches on the sugar-cane froghopper (Homop., Cercopidae). **Tropical Agriculture**, London, v. 19, n. 6, p. 116-123, 1942.

ZONTA, E.P.; MACHADO, A.A. **SANEST (Sistema de Análise Estatística) para microcomputadores**. Pelotas, 1982.

7 TRANSLOCAÇÃO, RESÍDUO E EFICIÊNCIA DE THIAMETHOXAM NO CONTROLE DE *Mahanarva fimbriolata* (STÅL, 1854) (HEMIPTERA: CERCOPIDAE) EM CANA-DE-AÇÚCAR

Resumo A cigarrinha-das-raízes, *Mahanarva fimbriolata*, é praga importante em cana-de-açúcar no Brasil. Os objetivos do trabalho foram determinar a translocação em plantas, os resíduos e a eficiência de thiamethoxam (Actara® 250 WG) no controle dessa praga quando aplicado nas raízes, no colmo e nas folhas da cana. No experimento, em casa de vegetação com irrigação controlada, adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado (fatorial 9 x 3 x 3), com nove períodos (dias após a aplicação - DAA: 1, 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 e 120), três vias de aplicação (raízes, colmo e folhas) e três partes amostradas (raízes, colmo e folhas), com quatro repetições, infestadas com cinco ninfas cada. A dosagem utilizada foi equivalente a 2500 mg i.a.ha⁻¹, com aplicação dirigida às partes mencionadas. A extração de resíduos do inseticida foi realizada com metanol e determinada quantitativamente por cromatografia em fase líquida, usando-se detector de massas (LC-MS/MS). O limite de quantificação (LOQ) do método, determinado por estudo de fortificação e recuperação, foi de 0,02 mg.kg⁻¹. Considerou-se, como variável biológica, a mortalidade de ninfas. A aplicação realizada na base da planta proporcionou controle superior a 90% até 60 DAA e residual de 105 dias (0,02 mg.kg⁻¹) nas raízes. A eficiência de controle na pulverização foliar diminuiu para 34%, 15 DAA, com resíduos de 2,61 mg.kg⁻¹ nas raízes. Pulverizações dirigidas ao colmo apresentaram resíduos inferiores a 0,02 mg.kg⁻¹ nas raízes, sem ação de controle da praga.

Palavras-chave: Inseticida; Neonicotinóide; Translocação; Resíduo de pesticidas; Controle químico.

Translocation, residue, and effectiveness of thiamethoxam for *Mahanarva fimbriolata* (Stål, 1854) (Hemiptera: Cercopidae) control in sugarcane

Abstract The sugarcane spittlebug, *Mahanarva fimbriolata*, is an important pest of sugarcane in Brazil. The objectives of this study were to determine translocation in plants, residues, and effectiveness of thiamethoxam (Actara® 250 WG) for the control of this pest when applied on sugarcane roots, stalk, and leaves. The experiment was conducted in the greenhouse under controlled irrigation, and a completely randomized experimental design (9 × 3 × 3 factorial) was adopted, with nine periods (days after application - DAA: 1, 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, and 120), three application modes (roots, stalk, and leaves), three plant parts sampled (roots, stalk, and leaves), and four replicates, infested with five nymphs each. A dose equivalent to 2,500 mg a.i.ha⁻¹ was used, and application was directed to the plant parts mentioned above. Insecticide residue extraction was made with methanol and quantitatively determined by liquid-phase chromatography, using a mass detector (LC-MS/MS). The method's limit of quantification (LOQ), determined via a fortification and recovery study, was 0.02 mg.kg⁻¹. Nymphal mortality was used as biological variable. Application performed at the base of the plant provided a control

rate higher than 90% until 60 DAA, and a residual control of 105 days (0.02 mg.kg^{-1}) on the roots. Leaf spray control effectiveness decreased to 34% at 15 DAA, with residues of 2.61 mg.kg^{-1} in roots. Sprays directed at the stalk showed residues lower than 0.02 mg.kg^{-1} in roots, without control action over the pest.

Keywords: Insecticide; Neonicotinoid; Translocation; Pesticide residues; Chemical control.

7.1 Introdução

O aumento da população da cigarrinha-das-raízes, *Mahanarva fimbriolata* (Stål, 1854) (Hemiptera: Cercopidae), vem ocorrendo especialmente em locais de temperatura elevada, visto que este fator aliado às condições de alta umidade e fotoperíodo, é favorável ao inseto.

As toxinas injetadas pelos adultos nas folhas durante a alimentação causam redução no tamanho e diâmetro dos colmos, e conseqüentemente, do conteúdo de sacarose. As ninfas, em decorrência das picadas que atingem os vasos lenhosos das raízes, dificultam ou impedem o fluxo de água e nutrientes, ocasionando a morte das mesmas.

Embora o emprego de inseticidas no controle da cigarrinha-das-raízes seja recomendado, ele deve ser utilizado em situações que exijam resposta rápida de controle, caso contrário, os prejuízos podem se tornar mais graves. Os melhores resultados têm sido obtidos com produtos de ação sistêmica do grupo dos neonicotinóides como, por exemplo, o thiamethoxam.

Thiamethoxam, conhecido quimicamente como 3-(2-chloro-thiazol-5-ylmethyl)-5-methyl-[1,3,5] oxadiazinan-4-ylidene-N-nitroamine, é considerado o primeiro inseticida da segunda geração de neonicotinóides e pertence à subclasse dos tianicotinil (WIESNER et al., 2000). Os neonicotinóides, estrutural e funcionalmente relacionados à nicotina, atuam como agonistas da acetilcolina. Desta forma, suas moléculas se ligam nos receptores nicotínicos da acetilcolina localizados no neurônio pós-sináptico, não sendo imediatamente degradadas, fazendo com que os impulsos nervosos sejam transmitidos continuamente, provocando a hiperexcitação do sistema nervoso dos insetos (OMOTO, 2000).

O thiamethoxam apresenta uma DL_{50} aguda oral de 1563 mg.kg^{-1} , DL_{50} dérmica aguda $>2000 \text{ mg.kg}^{-1}$ e CL_{50} por inalação (4h) $>3720 \text{ mg.m}^{-3}$, para ratos (MAIENFISCH et al., 2001). Possui as seguintes propriedades físico-químicas: pressão de vapor $6,6.10^{-9} \text{ Pa}$, $\log K_{ow} = -0,13$, solubilidade em água de $4,1 \text{ g.litro}^{-1}$ a 25°C e em solventes orgânicos como acetona, metanol, hexano, acetato de etila, acetonitrila, diclorometano, etanol e tolueno (SENN et al., 2000;

MAIENFISCH et al., 2001; SYNGENTA, 2001). Nos organismos e substratos de meio ambiente, o thiamethoxam apresenta como metabólito o composto conhecido como CGA 322704.

No Brasil, o thiamethoxam é comercializado em várias formulações, como granulado (GR), granulado dispersível (WG) e pó dispersível (WS) e recomendado para diversas culturas, dentre elas a cana-de-açúcar. Para esta cultura, o intervalo de segurança e o limite máximo de resíduo (LMR) é de 205 dias e 0,02 mg.kg⁻¹ respectivamente (ANVISA, 2006).

Estudos referentes ao comportamento e translocação de inseticidas do grupo dos neonicotinóides, e particularmente do thiamethoxam, através de técnicas cromatográficas, são escassos em cana-de-açúcar. Por outro lado, a aplicação de inseticidas sistêmicos, aliada à sua seletividade ecológica na preservação da entomofauna benéfica, representa importante e interessante opção para o controle eficiente de *M. fimbriolata* em cana-de-açúcar. Desta forma, objetivou-se estudar a translocação, o resíduo na planta e a eficiência desse produto, aplicado nas raízes, colmos e folhas, no controle de *M. fimbriolata*.

7.2 Material e Métodos

O experimento foi realizado em casa de vegetação, localizada no Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da ESALQ - USP, Piracicaba, SP, envolvendo a cigarrinha-das-raízes *M. fimbriolata* e thiamethoxam (Actara[®] 250 WG). O experimento foi conduzido durante os meses de agosto a dezembro de 2004. Os insetos, ninfas de terceiro ínstar, foram provenientes de criação estoque mantida em laboratório, segundo técnica descrita por Garcia (2002).

Mudas de cana-de-açúcar foram produzidas a partir de gemas da variedade SP80-1842, fornecidas pelo Centro de Tecnologia Canavieira, em Piracicaba, SP, plantadas em recipientes plásticos perfurados, com capacidade para 15 litros. Como fonte de nutrientes utilizou-se o fertilizante de liberação lenta Osmocote 14-14-14 (NPK) (200 g.25 kg⁻¹ de substrato).

A solução de thiamethoxam, na concentração de 2500 µg i.a.ha⁻¹, foi aplicada quinzenalmente, diretamente nas raízes, colmos e folhas das plantas, quando tinham inicialmente cerca de dois meses de idade, utilizando um pulverizador à pressão constante (20 libras.pol⁻²) com controle de vazão para assegurar o volume de aplicação desejado (2,0 µl.cm⁻², equivalente a 200 litros de calda por hectare). No tratamento testemunha, as plantas foram pulverizadas com

água destilada. Para a pulverização de folhas e colmos, a fim de evitar escorrimento da calda na planta, estas foram dispostas horizontalmente. As pulverizações foram escalonadas ao (s) 0, 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 e 120 dias. A infestação da praga foi realizada no zero dia de aplicação, inoculando cinco indivíduos nas raízes da planta por vaso, com o auxílio de um pincel nº 00. A avaliação de sobrevivência de *M. fimbriolata* foi realizada 24 horas após a inoculação das ninfas e contabilizou-se o número de indivíduos mortos.

Amostras de raízes, colmos e folhas, correspondentes a cada tratamento, foram conduzidas para o Laboratório de Resíduos de Pesticidas e Análises Cromatográficas do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da ESALQ - USP, Piracicaba, SP, onde foram trituradas/homogeneizadas em liquidificador. Uma sub-amostra de aproximadamente 100 g foi retirada e armazenada em *freezer* a -20°C, para futura determinação de resíduos de thiamethoxam.

Para a extração dos resíduos, 10 g de cada amostra homogeneizada de raízes, colmos e folhas, foram colocados em frascos Duran-Schott de 100 ml, no qual se acrescentaram 40 ml de metanol. O material foi então triturado em aparelho Ultra-turrax, Heidolph DIA.900, por 2 min a 26.000 rpm e, na seqüência, centrifugado a 2.500 rpm por 5 min, para separar o material em suspensão. A seguir, uma alíquota de 1 ml, correspondente a 0,25 g da amostra original do extrato, foi tomada em um tubo de ensaio, Corning-Pyrex 9800, de 12 ml, ao qual foi acrescentado 1 ml de água Milli-Q. Em seguida, o extrato foi passado em filtro de membrana Millipore, Millex FG, poro de 0,20 µm, com auxílio de uma seringa hipodérmica de 5 ml e coletado em frasco de vidro de 2,0 ml, vedado com septo de teflon e lacrado com tampa rosqueável, próprio para uso no injetor automático do cromatógrafo.

As determinações quantitativas foram feitas por cromatografia em fase líquida (HPLC), usando um cromatógrafo da marca Gilson, composto com bomba binária, modelo 321 e sistema automático de injeção, modelo 234, acoplado a um detector de massas, ThermoFinnigan LCQ Advantage, com tecnologia íon-trap (LC/MS/MS), coluna cromatográfica Hypersil ODS, com 125 mm de comprimento, 3 mm de diâmetro e 3 µm de tamanho da partícula. A fase móvel foi constituída por solvente A [metanol: água: ácido acético (1/1/0,1 v/v)] e solvente B (metanol) e a eluição feita em gradiente, 97% A / 3% B por 1 minuto. Após 7 minutos, a composição passou para 10% A / 90 % B, sendo mantida por 2,1 minutos, voltando em seguida à relação inicial, aguardando-se mais 7 minutos para proceder a próxima análise. As condições de operação foram:

temperatura da coluna 40°C e fonte de ionização 250°C, alíquota injetada de 20 µl, fluxo de 0,25 ml.min⁻¹, fragmento de confirmação 292 (m/z), fragmento de quantificação 211 (m/z). Nessas condições, o tempo de retenção para o thiamethoxam foi de 7 minutos e 24 segundos. Os resíduos foram quantificados usando-se "workstation" Dell, "software" Xcalibur, dividindo-se a massa de thiamethoxam, em ng, diretamente calculada da curva de calibração, previamente traçada, pela massa da amostra injetada (raízes, colmos e folhas), em mg.

Os métodos analíticos foram validados com os estudos de fortificação e porcentagens de recuperação. Para tanto, foram fortificadas amostras de raízes, colmos e folhas, de modo a se obterem concentrações nos níveis de 2,00; 0,20 e 0,02 mg.kg⁻¹. Nos estudos, para todos os níveis de fortificação, utilizaram-se três repetições sendo que os resultados obtidos entre 80% e 120% de recuperação foram considerados satisfatórios, dando, assim, suporte para validação dos referidos métodos analíticos. Desse modo, tendo por base a relação sinal/ruído (que é admitido ser de dez vezes), o limite de quantificação (LQ) de thiamethoxam nas raízes, colmos e folhas, foi de 0,02 mg.kg⁻¹, com porcentagens de recuperação de 85-93%, 87-108% e 92-111%, respectivamente.

Os dados de resíduo de thiamethoxam, assim como os dados biológicos foram submetidos à análise de variância, com delineamento experimental inteiramente casualizado (fatorial 9 x 3 x 3), com nove períodos (dias após a aplicação - DAA: 0, 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 e 120), três vias de aplicação (raízes, colmo e folhas) e três partes amostradas (raízes, colmo e folhas), com quatro repetições, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$), utilizando-se o "software" SANEST 2.0 (ZONTA; MACHADO, 1982). Os dias de avaliação foram estudados através da análise de regressão polinomial, onde somente os coeficientes significativos (teste "t" - $P \leq 0,05$) foram considerados.

7.3 Resultados e Discussão

Nas condições experimentais, o método analítico mostrou-se satisfatório para as análises de resíduos de thiamethoxam, com limite de quantificação de 0,02 µg.kg⁻¹ para raízes, colmos e folhas de cana-de-açúcar e valores médios de porcentagem de recuperação superiores a 80%.

Resíduos de thiamethoxam não foram encontrados nas amostras testemunhas analisadas, para nenhuma data de avaliação.

Aplicação dirigida - Folhas: Os resíduos de thiamethoxam foram detectados principalmente nas folhas de plantas de cana-de-açúcar até 105 DAA (Tabela 1). Contudo, o produto também foi encontrado em outras partes da planta, como em colmos e raízes, sugerindo que os resíduos de thiamethoxam foram transportados pelos vasos do floema nas plantas de cana-de-açúcar. Esses resultados confirmam o postulado de Bromilow et al. (1987), segundo o qual compostos polares ($\log K_{ow} < 0$) exibem mobilidade no floema. O curto período residual, 45 dias para raízes e colmos e as baixas quantidades em relação às folhas, indicam que estes resíduos não são retidos nessas partes da planta de cana-de-açúcar, após sua pulverização sobre as folhas, retornando às mesmas através do xilema. Tal reciclagem já foi demonstrada para o inseticida vamidotion ($\log K_{ow} = - 0,92$) em plantas de trigo e feijão (OLIVEIRA et al., 1991).

Tabela 1 - Resíduos médios \pm erro padrão (E.P.) de thiamethoxam (mg.kg^{-1})¹, aplicado nas folhas da planta de cana-de-açúcar da variedade SP 80-1842. Piracicaba - SP, agosto a dezembro de 2004

Dias Após a Aplicação	Partes Amostradas ²		
	Raízes	Colmos	Folhas
1	0,80 \pm 0,19 b B	1,61 \pm 0,11 ab B	29,62 \pm 2,46 a A
15	2,61 \pm 0,38 a B	2,45 \pm 0,16 a B	24,66 \pm 2,19 b A
30	1,08 \pm 0,14 ab B	0,76 \pm 0,09 ab B	6,73 \pm 1,12 c A
45	0,27 \pm 0,03 b A	0,22 \pm 0,03 b A	0,40 \pm 0,06 d A
60	ND ³	ND	0,09 \pm 0,01 d
75	ND	ND	0,09 \pm 0,02 d
90	ND	ND	0,04 \pm 0,02 d
105	ND	ND	0,02 \pm 0,01 d
120	ND	ND	ND

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

¹Actara 2500 μg i.a. ha^{-1} . ²Média de quatro repetições. ³ND - Não Detectável.

A baixa eficiência de transporte pode ser explicada se o escape de resíduos de thiamethoxam do floema ocorrer predominantemente ao longo do limbo foliar. Nesse caso, quanto maior a tendência de os resíduos se acumularem no ápice das folhas, menor será a

eficiência de transporte para as outras partes da planta. Os resultados dos tratamentos no qual o thiamethoxam foi aplicado apenas nas folhas das plantas de cana-de-açúcar revelaram que, aos 15 dias após a aplicação (DAA), cerca de 83% dos resíduos totais remanescentes no interior da planta foram encontrados nas folhas. Assim, o escape de resíduos do floema e o subsequente retorno via xilema é esperado ocorrer, em grande parte, ao longo do limbo foliar, reduzindo a eficiência de transporte destes para outras partes da planta. Como o thiamethoxam penetra na planta através da cutícula e da membrana plasmática dos tecidos fotossintetizantes, é necessário que ocorra a translocação simplástica, através de tecidos vasculares. O movimento de thiamethoxam pelo floema segue a mesma rota dos produtos da fotossíntese (açúcares), ocorrendo das folhas fotossinteticamente ativas em direção às partes das plantas que utilizam esses açúcares para crescimento, manutenção e metabolismo, ou armazenamento para uso futuro, como, por exemplo, raízes, colmos, folhas jovens e zonas meristemáticas. A quantidade de açúcar translocado para cada uma dessas partes muda durante o ciclo de vida da planta e, conseqüentemente, influencia o movimento do inseticida. Portanto, condições que favoreçam a fotossíntese auxiliam diretamente a translocação do thiamethoxam.

Aplicação dirigida - Colmos: Resíduos de thiamethoxam foram quantificados no colmo, local da aplicação, e na parte aérea (folhas), sem ser quantificado nas raízes da planta (Tabela 2).

A variedade SP80-1842 apresenta a epiderme dos colmos formada por várias camadas de células lignificadas que protegem os tecidos internos, além de estas células conterem grande quantidade de cera (CTC, 1993; LUCCHESI, 1995). Essas barreiras físicas dificultam a penetração de thiamethoxam no colmo, quantificando-se resíduos neste local somente entre 1 e 45 DAA, atingindo o máximo de $1,96 \text{ mg.kg}^{-1}$ no primeiro DAA (Tabela 2). Entretanto, mesmo com aplicação no colmo, resíduos do inseticida foram detectados nas folhas até 105 DAA, atingindo o máximo de $2,10 \text{ mg.kg}^{-1}$ no primeiro DAA (Tabela 2).

Tabela 2 - Resíduos médios \pm erro padrão (E.P.) de thiamethoxam (mg.kg^{-1})¹, aplicado no colmo da planta de cana-de-açúcar da variedade SP 80-1842. Piracicaba - SP, agosto a dezembro de 2004

Dias Após a Aplicação	Partes Amostradas ²		
	Raízes	Colmos	Folhas
1	ND ³	1,96 \pm 0,17 a B	2,10 \pm 0,22 a A
15	ND	1,87 \pm 0,15 a B	1,67 \pm 0,06 ab A
30	ND	0,48 \pm 0,04 ab A	0,94 \pm 0,17 ab A
45	ND	0,37 \pm 0,02 ab A	0,65 \pm 0,04 ab A
60	ND	ND	0,25 \pm 0,04 b
75	ND	ND	0,13 \pm 0,02 b
90	ND	ND	0,09 \pm 0,01 b
105	ND	ND	0,06 \pm 0,01 b
120	ND	ND	ND

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

¹Actara 2500 $\mu\text{g i.a. ha}^{-1}$. ²Média de quatro repetições. ³ND - Não Detectável.

Por outro lado, quando se consideraram valores médios de resíduos, com via de aplicação no colmo, não se constatou diferença significativa entre colmo e folhas (Tabela 4).

A pequena penetração do inseticida no colmo, com apenas cerca de 0,08% da quantidade aplicada, aliada a baixa eficiência de transporte via floema, justificam o fato de não terem sido quantificados resíduos de thiamethoxam nas raízes da planta.

Aplicação dirigida - base da touceira (raízes): O thiamethoxam se desloca das raízes para as folhas através do xilema. A penetração dessa molécula segue por duas vias, apoplasto e simplasto, antes de atingir o xilema. Considera-se que esta última deva ser o percurso preferencial, dada a rapidez registrada no movimento da molécula no interior das raízes até as folhas da cana-de-açúcar. Após o primeiro DAA de thiamethoxam aplicado na base da touceira detectaram-se resíduos de $0,92 \text{ mg.kg}^{-1}$ deste inseticida na parte aérea da planta (Tabela 3). Nas raízes, no entanto, após o primeiro DAA, o resíduo foi de $4,67 \text{ mg.kg}^{-1}$, atingindo o mínimo

detectável de $0,02 \text{ mg.kg}^{-1}$ aos 105 DAA. O residual, detectável, no colmo não ultrapassou os 30 DAA com $0,07 \text{ mg.kg}^{-1}$ e o máximo de $0,22 \text{ mg.kg}^{-1}$ no primeiro DAA (Tabela 3).

Tabela 3 - Resíduos médios \pm erro padrão (E.P.) de thiamethoxam ($\mu\text{g.kg}^{-1}$)¹, aplicado na base da planta (raízes) de cana-de-açúcar da variedade SP 80-1842. Piracicaba - SP, agosto a dezembro de 2004

Dias Após a Aplicação	Partes Amostradas ²		
	Raízes	Colmos	Folhas
1	$4,67 \pm 0,38 \text{ a A}$	$0,22 \pm 0,02 \text{ a A}$	$0,92 \text{ b} \pm 0,04 \text{ a A}$
15	$2,05 \pm 0,11 \text{ b A}$	$0,15 \pm 0,01 \text{ a A}$	$0,81 \pm 0,02 \text{ a A}$
30	$1,41 \pm 0,17 \text{ bc A}$	$0,07 \pm 0,01 \text{ a A}$	$0,58 \pm 0,03 \text{ a A}$
45	$0,88 \pm 0,07 \text{ bc A}$	ND	$0,34 \pm 0,04 \text{ a A}$
60	$0,29 \pm 0,03 \text{ bc A}$	ND	$0,11 \pm 0,01 \text{ a A}$
75	$0,21 \pm 0,02 \text{ c A}$	ND	$0,09 \pm 0,01 \text{ a A}$
90	$0,10 \pm 0,01 \text{ c A}$	ND	$0,07 \pm 0,00 \text{ a A}$
105	$0,02 \pm 0,01 \text{ c A}$	ND	$0,06 \pm 0,00 \text{ a A}$
120	ND ³	ND	ND

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

¹Actara 2500 $\mu\text{g i.a. ha}^{-1}$. ²Média de quatro repetições. ³ND - Não Detectável.

Embora tenham sido detectados resíduos em colmo e folhas, até 30 e 105 DAA respectivamente, com a aplicação direcionada à base da touceira, observa-se (Tabela 4) que o resíduo médio de thiamethoxam detectado nas raízes da planta ($1,2 \text{ mg.kg}^{-1}$) superou significativamente o detectado no colmo ($0,06 \text{ mg.kg}^{-1}$) e nas folhas ($0,36 \text{ mg.kg}^{-1}$). Além do mais, o residual detectado nas raízes ($1,2 \text{ mg.kg}^{-1}$) com aplicação na base da planta também superou significativamente o resíduo nas raízes com aplicação nas folhas ($0,59 \text{ mg.kg}^{-1}$), já que o mesmo não chegou a ser detectado em pulverizações direcionadas ao colmo (Tabela 4).

Tabela 4 - Resíduos médios \pm erro padrão (E.P.) de thiamethoxam (mg.kg^{-1})¹, aplicado na base da planta (raízes), colmo e folhas de plantas de cana-de-açúcar da variedade SP 80-1842. Piracicaba - SP, agosto a dezembro de 2004

Local de Aplicação	Partes Amostradas ²			Média
	Raízes	Colmos	Folhas	
Base da touceira	1,20 \pm 0,10 a A	0,06 \pm 0,01 a B	0,36 \pm 0,02 a B	0,54 a
Colmos	ND ³	0,58 \pm 0,04 b A	0,73 \pm 0,07 a A	0,44 a
Folhas	0,59 \pm 0,09 b A	0,63 \pm 0,05 b A	7,70 \pm 0,74 b B	2,98 b
Média	0,60 A	0,42 A	2,93 B	

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

¹Actara 2500 $\mu\text{g i.a. ha}^{-1}$. ²Média de quatro repetições. ³ND - Não Detectável.

Eficiência de controle: Embora o inseticida thiamethoxam seja capaz de se translocar através do xilema (Senn et al., 1998; Maienfisch et al., 2001), deve-se ressaltar que ninfas de terceiro instar de *M. fimbriolata* alimentam-se nos feixes vasculares das raízes, xilema e floema da cana-de-açúcar (GARCIA et al., 2004), de modo que a difusão de thiamethoxam através das membranas do xilema e floema pode explicar o comportamento do inseticida na planta.

Quando o inseticida thiamethoxam é aplicado na base da planta, sobre as raízes, observou-se mortalidade superior a 90% até aos 60 DAA, cujo modelo matemático é $EC = 97,2561 + 0,3584DAA - 0,0074DAA^2$, onde EC = Eficiência de Controle e DAA = Dias Após Aplicação (Figura 1).

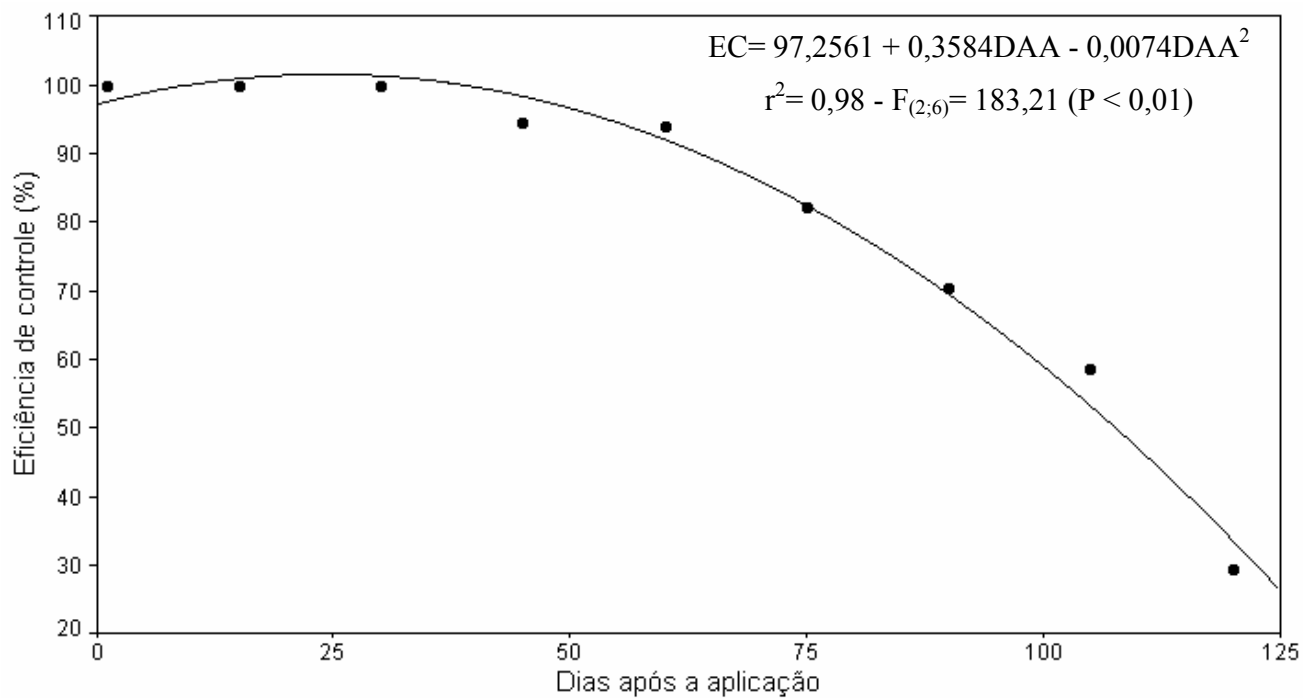


Figura 1 - Relação entre eficiência de controle (EC) de ninfas (%) de *M. fimbriolata* e dias após a aplicação (DAA) na base da planta (raízes) de cana-de-açúcar

Resíduos foram quantificados até os 105 DAA ($0,02 \text{ mg.kg}^{-1}$), cujo modelo matemático é $RR = 5,6492 + 0,0521DAA - 1,0807DAA^{0,5}$, onde RR = Resíduos nas Raízes e DAA = Dias Após Aplicação (Figura 2).

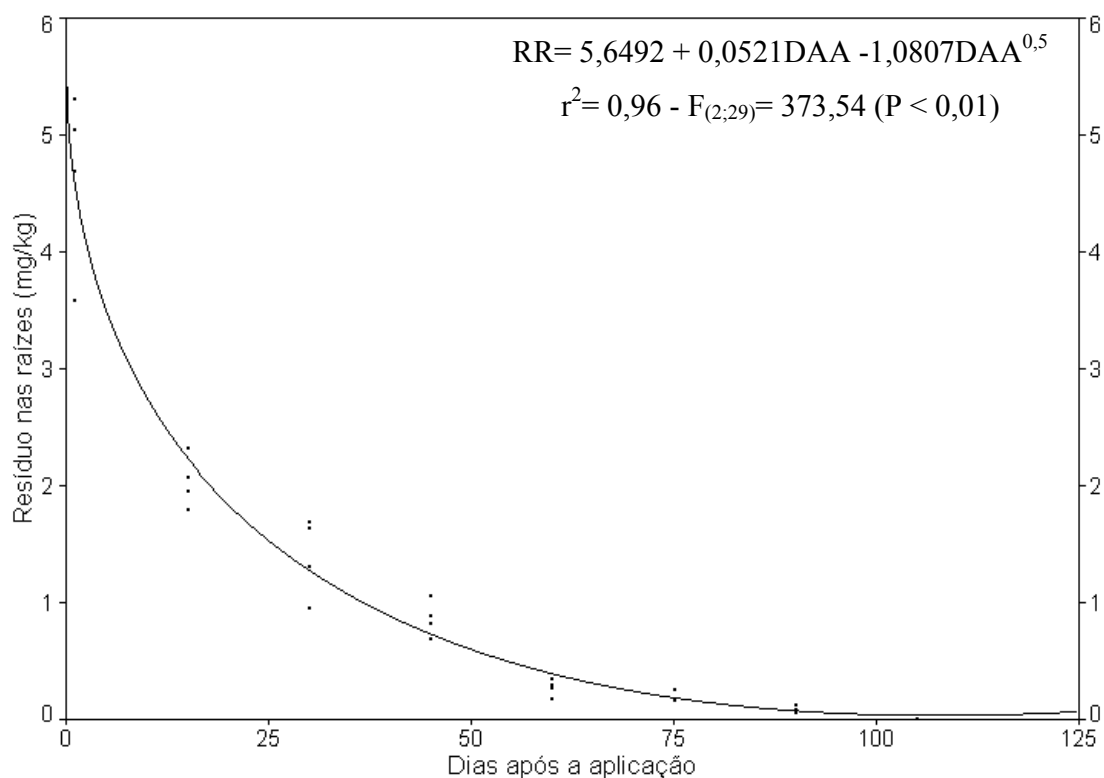


Figura 2 - Relação entre resíduos de thiamethoxam nas raízes (RR) da planta (mg.kg^{-1}) e dias após a aplicação (DAA) na base da planta (raízes) da planta de cana-de-açúcar

Embora aos 120 DAA não tenham sido quantificados resíduos de thiamethoxam nas raízes, a mortalidade de ninfas para esta data foi de 29%. Isso também explica a constatação de que, ainda que não tenham sido quantificados resíduos de thiamethoxam nas raízes, quando a pulverização foi direcionada ao colmo, houve mortalidade de ninfas, atingindo o máximo de 32% aos 15 DAA, ou seja, valores abaixo da sensibilidade do método de detecção de resíduos empregado estariam presentes e ocasionando mortalidade de ninfas.

7.4 Conclusões

O inseticida thiamethoxam (Actara[®] 250 WG) é transportado em plantas de cana-de-açúcar, predominantemente, através do xilema com os resíduos acumulando-se nas folhas.

O transporte da molécula de thiamethoxam é reduzido através do floema.

O residual de thiamethoxam nas raízes, quando aplicado neste local, chega até aos 105 dias após aplicação (DAA).

Independentemente do local de aplicação, resíduos no colmo não ultrapassam os 45 DAA, o que permite maior flexibilidade na colheita, em relação ao período de carência.

Para facilitar a absorção do produto pelas raízes, com base no comportamento das ninfas, que se alimentam exclusivamente nas raízes da cana-de-açúcar, o local ideal para aplicar o thiamethoxam é na base da planta.

Devido a baixa eficiência de translocação de thiamethoxam pela planta, aplicações direcionadas às folhas de cana-de-açúcar devem ser evitadas.

Devido à cerosidade presente, que dificulta a absorção, é desaconselhável pulverizar thiamethoxam direcionado ao colmo.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 14 out. 2006.

BROMILOW, R.H.; RIGITANO, R.L.O.; BRIGGS, G.G.; CHAMBERLAIN, K. Phloem translocation of non-ionised chemicals in *Ricinus communis*. **Pesticide Science**, London, v. 19, p. 85-99, 1987.

CENTRO DE TECNOLOGIA COPERSUCAR. **Quarta geração de variedades de cana-de-açúcar Copersucar**. Piracicaba, 1993. 20 p. (Boletim Técnico - Edição Especial).

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

GARCIA, J.F.; APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; GRISOTO, E.; PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M. Sítio de alimentação da cigarrinha-da-raiz, *Mahanarva fimbriolata* (Stål, 1854) (Hemiptera: Cercopidae), em cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 20., 2004, Gramado. **Resumos ...** Gramado: Embrapa, 2004. p. 216.

LUCCHESI, A.A. **Processos fisiológicos da cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum spp*)**. Piracicaba: ESALQ; CENA, 1995. 50 p. (Boletim Técnico, 7).

MAIENFISCH, P.; ANGST, M.; BRANDL, F.; FISCHER, W.; HOFER, D.; KAYSER, H.; KOBEL, W.; RINDLISBACHER, A.; SENN, R.; STEINEMANN, A.; WIDMER, H. Chemistry and biology of thiamethoxam: a second generation neonicotinoid. **Pest Management Science**, London, v. 57, p. 906-913, 2001.

OLIVEIRA, P.C.; RIGITANO, R.L.O. Translocação e degradação do inseticida vamidotion em plantas de trigo (*Triticum aestivum* L.) e feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Prática**, Lavras, v. 15, p. 364-374, 1991.

OMOTO, C. Modo de ação de inseticidas e resistência de insetos a inseticidas. In: GUEDES, J.C.; COSTA, I.D.; CASTIGLIONI, E. (Ed.). **Bases e técnicas do manejo de insetos**. Santa Maria: UFSM, CCR, DFS, 2000. cap. 2, p. 30-49.

SENN, R.; FISCHER, W.; WYSS, P.; MORCOS, A. Thiamethoxam: new innovative application opportunities for a systemic product. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ENTOMOLOGY, 21., 2000, Foz do Iguaçu. **Abstracts ...** Londrina: SEB; EMBRAPA Soja, 2000. p. 320.

SYNGENTA. **Actara®**: the insecticide tailored to fit all crops. Disponível em: <<http://www.syngenta.com>>. Acesso em: 01 out. 2001.

WIESNER, P.; KAUFMANN, L.; SCHUERMAN, F.; KAYSER, H. Mode de action of thiamethoxam, a novel ligand of nicotinic acetylcholine receptors. A comparative study of neonicotinoids and insects. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ENTOMOLOGY, 21., 2000, Foz do Iguaçu. **Abstracts ...** Londrina: SEB; EMBRAPA Soja, 2000. p. 309.

ZONTA, E.P.; MACHADO, A.A. **SANEST (Sistema de Análise Estatística) para microcomputadores**. Pelotas, 1982.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar e São Paulo é o estado líder em área plantada e produtividade agrícola média. Para que o país mantenha a liderança e competitividade, tem sido necessário grandes esforços, nas mais variadas áreas do conhecimento, na busca de novas tecnologias agrícolas e industriais.

Porém, como ocorre com as culturas de importância econômica, a cana-de-açúcar é atacada por inúmeras pragas, destacando-se dentre estas a cigarrinha-das-raízes, *Mahanarva fimbriolata*, a qual ocasiona grandes prejuízos devido a sua ampla distribuição e pela gravidade dos danos, sendo capaz de dizimar canaviais quando não são tomadas medidas de controle apropriadas e há tempo.

No trabalho estudando-se a influência de fatores abióticos sobre o ciclo biológico de *M. fimbriolata* pode-se comprovar que a duração e a viabilidade das diferentes fases do ciclo variam em função das oscilações térmicas, sendo o limiar térmico inferior de desenvolvimento, para o período ovo-adulto, de 11,8°C e a constante térmica de 786,2 GD. Com base nestas informações, estima-se que possam ocorrer três gerações durante o período favorável à praga (outubro a março). A umidade exerce influência direta sobre a duração e a viabilidade do período embrionário, havendo aumento na duração e queda de viabilidade, com sua diminuição. Umidade de contato e de 100% de umidade relativa proporcionam plenas condições para o desenvolvimento da praga. Porém, ovos expostos a 80 ou 60% de umidade relativa, por 120 dias, não apresentam desenvolvimento embrionário. Quando são restabelecidas as condições de umidade de contato volta a haver desenvolvimento, contudo com sérios prejuízos às viabilidades. Ovos expostos à umidade relativa de 40%, são fatalmente afetados. Isso revela que algum valor compreendido entre 40 e 60% de umidade relativa inviabiliza os ovos. Variações na fotofases não afetam os parâmetros biológicos na primeira geração, entretanto ovos provenientes de fêmeas que se desenvolvem em 10 horas de luz são inviáveis e com 12 horas de luz têm a viabilidade bastante reduzida. O aparecimento da cigarrinha-das-raízes, *M. fimbriolata* está condicionado, assim, ao excedente hídrico a temperatura e ao fotoperíodo. Esses parâmetros explicam com maior clareza o comportamento da praga no campo. As fêmeas preferem realizar as posturas próximo às plantas de cana-de-açúcar e é baixa a viabilidade de ovos da terceira geração. Na colheita da cana sem queima, talvez o simples afastamento da palha da linha da cana já contribua

para reduzir expressivamente o número de ovos deixados pelas fêmeas de terceira geração da praga pela maior exposição desses ao sol e ao ressecamento. Portanto, não há necessidade de se recomendar a queima da cana como uma medida de controle em áreas sob ataque severo da praga, pois a despeito do problema que ocasiona, a palha contribui positivamente sobre outros parâmetros agronômicos e ambientais e pode, assim, ser mantida na área sem que tal prática contribua para o aumento da cigarrinha. Quanto à amostragem para se decidir pelo momento adequado de entrar com o controle, hoje ela vem sendo feito mediante a contagem de ninfas ou de espumas na linha de cana. Tal sistema, além de ser extremamente dependente de mão-de-obra, é trabalhoso. Até o momento, não está definido, com clareza, o nível de controle, sabe-se que ele pode ser influenciado pela variedade e pela fenologia da planta, dentre outros fatores. Levando-se em conta as perdas agrícolas, as industriais e o tempo necessário para o controle agir, há consenso, no meio canavieiro, de que duas ninfas por metro linear de cana já se trate de uma densidade populacional suficiente para causar prejuízo. A possibilidade de se amostrar adultos e controlar ninfas de mesma geração mostrada, no trabalho, abre possibilidade para agilizar e baratear o sistema.

Em relação ao sítio de alimentação de *M. fimbriolata*, nas raízes, as ninfas inserem o estilete pela epiderme, o qual atravessa todo o córtex, atinge o cilindro vascular e sugam a seiva, preferencialmente, nos vasos do xilema radicular, fato este que sugere alta demanda por água e açúcares nesta fase do inseto. Aproximadamente 35% das ninfas (3º instar) atingem também o floema. Quando ocorre essa situação, os estiletos atingem os elementos de tubos crivados do floema primário. Por outro lado, na lâmina foliar, os adultos introduzem o estilete preferencialmente pelo estômato, atravessa as células do parênquima clorofiliano, atingindo o metaxilema nos feixes vasculares. Tais informações contribuem para explicar os prejuízos que a praga causa às plantas de cana-de-açúcar ao atingir, especialmente, o floema onde circula a seiva elaborada, essencial à planta. Também contribui para melhor entender como pode agir um inseticida de ação sistêmica, que tenha sua molécula absorvida pela planta. Quanto ao controle, embora o fungo entomopatogênico *Metarhizium anisopliae* seja considerado eficiente no combate de *M. fimbriolata*, constatou-se que há necessidade de se avaliar novas concentrações e cepas do fungo, tendo em vista que a utilização de dosagens equivalentes a cinco quilos por hectare apresentou controle aproximado de 45% de ninfas. Levando-se em conta que esse valor foi obtido em condições ideais de laboratório é de se supor que haja necessidade de serem empregadas concentrações maiores

do fungo para aumentar a eficiência em campo. A utilização do controle biológico de *M. fimbriolata* com *M. anisopliae* depende, assim, de superar alguns obstáculos, como a disponibilidade de insumos biológicos de qualidade, de maior quantidade aplicada por área, de pessoas capacitadas e treinadas para realizar o trabalho, que exige maiores cuidados para ter sucesso em comparação ao controle químico.

Com respeito às variedades de cana-de-açúcar, verificou-se que elas podem influir diretamente no ciclo biológico da praga. Por exemplo, a SP81-3250 favorece o incremento de ovos e, conseqüentemente, pode elevar o número de indivíduos por geração aumentando a pressão da praga na área e em locais próximos. Assim, o manejo varietal constitui uma ferramenta importante para ser considerada em locais sujeitos a ocorrência da praga.

Por fim, o uso de inseticidas no controle da cigarrinha-das-raízes deve ser recomendado em situações que exijam resposta rápida de controle, sob o risco de, não o empregar, agravar sobremaneira os prejuízos. O rastreamento de thiamethoxam (Actara[®] 250 WG) em cana-de-açúcar mostrou que a molécula é transportada, predominantemente, através do xilema com os resíduos acumulando-se nas folhas, sendo menor o transporte pelo floema. O residual de thiamethoxam nas raízes, quando aplicado neste local, chega aos 105 dias após aplicação (DAA), sendo este o local ideal para direcioná-lo, facilitando sua absorção pela planta, pois é sabido que as ninfas se alimentam exclusivamente nas raízes da cana-de-açúcar, portanto onde o produto deve estar em maior concentração. Por outro lado, devido à baixa translocação de thiamethoxam pela planta, aplicações direcionadas aos colmos e às folhas de cana-de-açúcar devem ser evitadas. Também pode-se verificar que, independentemente do local de aplicação, resíduos no colmo não ultrapassam os 45 DAA, o que pode permitir maior flexibilidade na colheita, em relação ao período de carência desse produto.