

Universidade Federal da Grande Dourados
Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais
Programa de Pós-Graduação em
Entomologia e Conservação da Biodiversidade

**ALTERAÇÃO NO MÉTODO DE AMOSTRAGEM E AVALIAÇÃO
DA EFICIÊNCIA DE INSETICIDAS QUÍMICO, BIOLÓGICO E
SUAS ASSOCIAÇÕES NO CONTROLE DE *Mahanarva fimbriolata*
(HEMIPTERA: CERCOPIDEA) EM CANA-DE-AÇÚCAR**

Samir Oliveira Kassab

Dourados-MS
Julho de 2014

Universidade Federal da Grande Dourados
Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais
Programa de Pós-Graduação em
Entomologia e Conservação da Biodiversidade

Samir Oliveira Kassab

**ALTERAÇÃO NO MÉTODO DE AMOSTRAGEM E AVALIAÇÃO
DA EFICIÊNCIA DE INSETICIDAS QUÍMICO, BIOLÓGICO E
SUAS ASSOCIAÇÕES NO CONTROLE DE *Mahanarva fimbriolata*
(HEMIPTERA: CERCOPIDEA) EM CANA-DE-AÇÚCAR**

Tese apresentada à Universidade Federal da
Grande Dourados (UFGD), como parte dos
requisitos exigidos para obtenção do título de
DOUTOR EM ENTOMOLOGIA E
CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE.

Área de Concentração: Biodiversidade e
Conservação

Orientadora: Dr^a. Elisângela de Souza Loureiro.

Dourados-MS
Julho de 2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

K193a	Kassab, Samir Oliveira. Alteração no método de amostragem e avaliação da eficiência de inseticidas químico, biológico e suas associações no controle de <i>mahanarva fimbriolata</i> (HEMIPTERA: CERCOPIDAE) em cana-de-açúcar / Samir Oliveira Kassab. – Dourados, MS : UFGD, 2014. 112f. Orientadora : Dra. Elisângela de Souza Loureiro. Tese (Doutorado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) – Universidade Federal da Grande Dourados. 1. Cana-de-açúcar. 2. Cigarrinha-da-raiz. 3. Controle biológico. 4. <i>Metarhizium anisopliae</i>. 5. Thiamethoxan. 6. Imidacloprido. I. Título. CDD – 632.951
-------	---

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central – UFGD.

©Todos os direitos reservados. Permitido a publicação parcial desde que citada a fonte.

ALTERAÇÃO NO MÉTODO DE AMOSTRAGEM E AVALIAÇÃO DA
EFICIÊNCIA DE INSETICIDAS QUÍMICO, BIOLÓGICO E SUAS
ASSOCIAÇÕES NO CONTROLE DE *Mahanarva fimbriolata*
(HEMIPTERA: CERCOPIDEA) EM CANA-DE-AÇÚCAR

Por

SAMIR OLIVEIRA KASSAB

Tese apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD,
como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de
DOUTOR ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE.
Área de concentração: Biodiversidade e Conservação

Prof. Dr^a. Elisângela de Souza Loureiro
Orientadora – UFMS

Dr. Marcos Gino Fernandes
Membro Titular – UFGD

Dr. Fabricio Fagundes Pereira
Membro Titular - UFGD

Dr. José Eduardo Marcondes de Almeida
Membro Titular – Instituto Biológico SP

Dr. Luis Gustavo Amorim Pessoa
Membro Titular - UFMS

BIOGRAFIA

SAMIR OLIVEIRA KASSAB, filho de Youssef Neif Kassab e Rosana Aparecida de Oliveira Kassab, nasceu na cidade de Castilho, São Paulo, Brasil, no dia 06 de abril de 1986.

Em março de 2005, ingressou no curso de Ciências Biológicas (Licenciatura) do Departamento de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (DCB/UFMS) em Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil, concluindo-o em março de 2009 pela Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais da Universidade Federal da Grande Dourados (FCBA/UFGD).

Em março de 2009, iniciou o Curso de Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade (FCBA/UFGD) em Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil, defendendo a dissertação em fevereiro de 2011. Em março de 2011, iniciou o Curso de Doutorado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade (FCBA/UFGD), submetendo-se a defesa em julho de 2014.

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida e por estar sempre a meu lado, me protegendo e iluminando.

Ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, da Universidade Federal da Grande Dourados pela oportunidade de realizar o curso de Doutorado.

Aos professores do programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, da Universidade Federal da Grande Dourados pelos ensinamentos transmitidos.

A professora Dr^a. Elisângela de Souza Loureiro, a quem devo gratidão pelos ensinamentos transmitidos, amizade, incentivo e confiança durante, esses 8 anos de orientação.

Ao professor Dr. Fabricio Fagundes Pereira pelos ensinamentos transmitidos, confiança e amizade em todos esses anos de parceria e trabalho.

Ao professor Dr. José Cola Zanuncio pelas valiosas sugestões em artigos e publicações científicas, principalmente, no terceiro capítulo dessa tese.

A todos os meus familiares, pelo incentivo, energias positivas, apoio e confiança. Em especial agradeço a família que me adotou em Dourados, “Os Rossoni”. Ao Sr. Vilmar José Rossoni, Sr^a. Vera Lúcia Seben Rossoni, Regina Rossoni, Bianca Rossoni Kronbauer e a minha esposa Camila Rossoni pela compreensão, carinho e amor.

Aos amigos: André Ferreira da Silva, Antonio de Souza Silva, Daniela Perassa Costa, Elison Floriano Tiago, Nahara Gabriela Piñeyro Ferreira, Rogério Hidalgo Barbosa e Thiago Alexandre Mota.

Ao secretário da Pós-Graduação, Marcelo Cardoso por sua dedicação nos serviços prestados.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudo e ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) pelo auxílio financeiro para a execução deste trabalho.

As empresas “Ballagro Agro-Tecnologia”, “Biotech Controle Biológico Ltda” e “Koppert Biological Systems” pela concessão dos produtos biológicos, em especial, aos engenheiros agrônomos Lécio Kaneko e Rafael Costa Santos Rocha. A empresa “Biotech Controle Biológico Ltda”, em especial, ao diretor Abel Ferreira da Rocha Neto

e ao Engenheiro agrônomo Caê Alonso Ramos pelo auxílio técnico/científico nesta nova proposta de amostragem.

As Usinas Energética Santa Helena Ltda. e Monte Verde Agro Energética S.A. (Bunge[®]), especialmente, aos funcionários Adriano Secundo e Antônio Higinio Frederico Pereira por disponibilizarem as equipes de campo e as áreas experimentais.

Aos meus pais (Youssef Neif Kassab e Rosana Aparecida de Oliveira Kassab), meus irmãos (Hassan Oliveira Kassab e Fauez Oliveira Kassab) e esposa (Camila Rossoni) pelos momentos de convívio, amizade, respeito e amor incondicional compartilhados.

Aos meus familiares, amigos, colegas e professores,
Pelos ensinamentos, apoio, incentivo e companheirismo.

Dedico

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	xi
GENERAL ABSTRACT.....	xiii
INTRODUÇÃO GERAL	15
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
OBJETIVO GERAL.....	24
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	24
HIPÓTESES	24
REFERÊNCIAS	25
CAPÍTULO I. Alteração no método de amostragem de <i>Mahanarva fimbriolata</i> (Stål, 1854) (Hemiptera: Cercopidae) e avaliação da eficiência de <i>Metarhizium anisopliae</i> (Metschnikoff, 1879) Sorokin, 1883 (Hypocreales: Clavicipitaceae)	34
Resumo	35
Abstract.....	36
Introdução.....	36
Material e Métodos	38
Resultados e Discussão.....	39
Conclusões.....	42
Agradecimentos	43
Referências	43
CAPÍTULO II. Controle de <i>Mahanarva fimbriolata</i> (Stål, 1854) (Hemiptera: Cercopidae) com <i>Metarhizium anisopliae</i> (Metschnikoff, 1879) Sorokin, 1883 (Hypocreales: Clavicipitaceae) e inseticidas utilizando duas metodologias de amostragem.....	46
Resumo	48
Abstract.....	49
Introdução.....	50
Material e Métodos	51
Resultados.....	53
Discussão	55

Agradecimentos	58
Referências	58
Tabelas, Legendas e Figuras.....	64
 CAPÍTULO III. Viabilidade econômica da associação de <i>Metarhizium anisopliae</i> (Hypocreales: Clavicipitaceae) com inseticidas e sua eficiência no controle de <i>Mahanarva fimbriolata</i> (Hemiptera: Cercopidae).....	72
Abstract.....	74
Resumen	76
Introdução.....	78
Material e Métodos.....	79
Resultados.....	81
Discussão	83
Agradecimentos.....	86
Referências	86
Tabelas, Legendas e Figuras.....	94
 CONCLUSÕES GERAIS	101
CONSIDERAÇÕES FINAIS	103
ANEXO 01– Normas editoriais do periódico Arquivos do Instituto Biológico	105
ANEXO 02 – Normas editoriais do periódico The Florida Entomologist	108

RESUMO GERAL

Mahanarva fimbriolata (Stål, 1854) (Hemiptera: Cercopidae) pode causar prejuízos expressivos em cultivos de cana-de-açúcar e o sucesso de controle da cigarrinha-da-raiz com produtos biológicos e/ou químicos, depende do método de amostragem. No entanto, o monitoramento convencional de *M. fimbriolata* pode dificultar controle das populações de cigarrinha e ocasionar a ressurgência praga. Por isto, o objetivo desse trabalho foi propor uma alteração na metodologia de amostragem de *M. fimbriolata* em plantios de cana-de-açúcar e avaliar a eficiência dos métodos de controle químico, biológico e suas associações. Os experimentos foram realizados em canaviais das usinas Monte Verde Agro Energética S.A. (Bunge®) e Energética Santa Helena Ltda., localizadas nos municípios de Ponta Porã e Nova Andradina, respectivamente. No primeiro experimento, propomos a alteração na metodologia de amostragem de *M. fimbriolata* e, posteriormente, foi avaliada a eficiência de *M. anisopliae* no controle da cigarrinha. No segundo experimento, foi averiguada a eficiência de inseticidas químicos e biológicos no controle de *M. fimbriolata* utilizado, a nova proposta e o método convencional de amostragem. E por último, foi proposta a associação de inseticidas químicos com o fungo entomopatogênico *M. anisopliae* para o controle de *M. fimbriolata* em cana-de-açúcar. De maneira geral, o monitoramento de ninfas pequenas, médias, grandes e adultos de *M. fimbriolata* pode otimizar o momento de aplicação de produtos químicos e/ou biológicos para o controle da cigarrinha. Além disso, a utilização de *M. anisopliae* e inseticidas com a nova metodologia de monitoramento de *M. fimbriolata* é o método mais adequado para controlar as populações de cigarrinha-da-raiz por proporcionar maior eficiência de controle da praga em cana-de-açúcar. A associação de *M. anisopliae* com Thiamethoxan e Imidacloprido é eficiente para o controle de *M. fimbriolata* e pode ser utilizada em cultivos de cana-de-açúcar. A

utilização de 3×10^{12} con ha⁻¹ de *M. anisopliae* com 65 g ha⁻¹ de Thiamethoxan é a associação mais adequada, para controlar *M. fimbriolata* por proporcionar maior eficiência com menor custo de controle por hectare. Dessa forma, os resultados obtidos, incrementam o conhecimento relacionado ao controle e monitoramento de *M. fimbriolata* em cana-de-açúcar.

Palavras-chave: Amostragem, cigarrinha-da-raiz, Controle biológico, Imidacloprido, *Metarhizium anisopliae*, Thiamethoxan.

GENERAL ABSTRACT

Mahanarva fimbriolata (Stål, 1854) (Hemiptera: Cercopidae) can cause significant losses in sugarcane crops and the successful control of the leafhopper-root biological and/or chemical depends on the sampling method. However, the conventional monitoring of *M. fimbriolata* can hinder control of leafhopper populations and cause the pest resurgence. Therefore, the aim of this work was to propose a change in sampling methodology of *M. fimbriolata* in sugarcane plantations and evaluate the effectiveness of methods of chemical, biological control and their associations. The experiments were conducted in sugarcane fields of Monte Verde Agro Energética S.A. (Bunge®) and Energética Santa Helena Ltda., located in the cities of Ponta Porã and Nova Andradina, respectively. In the first experiment, we propose a change in sampling methodology of *M. fimbriolata* and subsequently evaluated the effectiveness of *M. anisopliae* in spittlebug control. In the second experiment, it was ascertained the efficiency of chemical and biological insecticides to *M. fimbriolata* control used, the new proposal and the conventional sampling method. Finally, the association of chemical insecticides with entomopathogenic fungus *M. anisopliae* to *M. fimbriolata* control in sugarcane fields was proposed. In general, monitoring of small, medium, large nymphs and adult of *M. fimbriolata* can optimize the time of application of chemical and/or biological agents to spittlebug control. Furthermore, the use of *M. anisopliae* and insecticides with the new monitoring methodology of *M. fimbriolata* is best suited to control the populations of the leafhopper-root by providing greater efficiency of pest control in sugarcane fields. The association of *M. anisopliae* with thiamethoxan and Imidacloprid is effective for controlling of *M. fimbriolata* and can be used in crops of sugarcane. The use of 3×10^{12} con ha⁻¹ of *M. anisopliae* with 65 g ha⁻¹ thiamethoxan is the most appropriate combination to *M. fimbriolata* control for providing higher efficiency at

lower cost control per hectare. Thus, the results obtained, enhance knowledge related to the control and monitoring of *M. fimbriolata* in sugarcane fields.

Keywords: Biological control, Imidacloprid, *Metarhizium anisopliae*, Sampling, Spittlebug of root, Thiamethoxan.

INTRODUÇÃO GERAL

O setor sucroalcooleiro apresenta posição de destaque no cenário socioeconômico brasileiro, dada sua importância na geração de renda e empregos para o Brasil (Conab 2014). A expansão das áreas destinadas ao cultivo de cana-de-açúcar se justifica pela crescente demanda dos produtos derivados dessa cultura, principalmente, açúcar e etanol (Unica 2014).

O Estado de Mato Grosso do Sul, ocupa a quinta posição no ranking nacional com, aproximadamente, 756 mil hectares destinados ao cultivo de cana-de-açúcar (Canasat 2014). O Estado dispõe de 24 usinas em funcionamento, 3 em instalação e 1 unidade em fase de estudo (Biosul 2014). Apesar da sua importância, a cultura da cana-de-açúcar sofre ataques de várias espécies de insetos-praga, fitopatógenos e nematoides fitopatogênicos. Os insetos podem se alimentar em vários estádios da cana-de-açúcar e quando suas populações aumentam de maneira desordenada, que pode ser devido ao favorecimento, por condições climáticas e ausência de inimigos naturais, esses causam prejuízos econômicos sendo denominados pragas (Pinto et al. 2009).

Até a década de 90, a cigarrinha-da-raiz, *Mahanarva fimbriolata* (Stål, 1854) (Hemiptera: Cercopidae) era praga de pouca importância para a cana-de-açúcar no Estado de São Paulo e na região Centro-Sul do Brasil, uma vez que a queima da palha antes da colheita mantinha suas populações baixas, principalmente, pela destruição dos ovos em diapausa (Dinardo-Miranda et al. 2004).

Dessa forma, a mecanização da colheita da cana-de-açúcar favoreceu o aumento das populações de *M. fimbriolata* (Dinardo-Miranda et al. 2007ab; Dinardo-Miranda et al. 2012; Alves & Carvalho 2014). Os restos culturais deixados no campo promovem alterações no microclima da superfície do solo fornecendo, abrigo às ninfas e ovos diapáusicos do inseto (Almeida et al. 2002), contribuindo para o aumento das populações de *M. fimbriolata*.

O sucesso de controle da cigarrinha-da-raiz depende do método de amostragem e autores sugerem diferentes metodologias para quantificar as ninfas e adultos da cigarrinha-da-raiz, na cultura da cana-de-açúcar. Os métodos propostos têm o intuito de estimar os níveis de controle e de dano econômico, além do número de pontos por hectare para a amostragem de *M. fimbriolata* (Mendonça 2005; Stingel 2005; Dinardo-Miranda et al. 2007ab).

O monitoramento da praga, com o método convencional de amostragem, pode subestimar o número de insetos, nas áreas amostradas. A amostragem de *M. fimbriolata*, inicia-se após as primeiras chuvas da primavera com o intuito de combater a primeira geração da praga (Almeida et al. 2007) e o nível de controle é de 0,5 a 1 ninfa/m e 4 a 12 ninfas/m de sulco linear de cana-de-açúcar para o uso de bioinseticidas e inseticidas químicos, respectivamente (Mendonça 2005).

No entanto, a estratégia de utilização de produtos biológicos e químicos para controlar a cigarrinha-da-raiz deve ser reelaborada. Áreas com histórico de elevadas infestações do inseto fornecem dados amostrais não confiáveis e a regularidade nas chuvas pode ocasionar reaplicações de produtos para o controle de *M. fimbriolata*. A proposta de alteração no método de amostragem da *M. fimbriolata* pode reduzir a possibilidade do produtor subestimar o potencial dos ovos em diapausa existentes na área.

Dessa forma, a subdivisão da amostragem das ninfas em pequenas, médias e grandes e adultos de *M. fimbriolata* pode diminuir o erro amostral, facilitar a identificação do momento de aplicação e assim aumentar a eficiência dos métodos de controle biológico, químico e suas associações, o que nos motivou a desenvolver esta pesquisa.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A cultura da cana-de-açúcar no Brasil e no Estado de Mato Grosso do Sul

A cana-de-açúcar, espécies e/ou híbridos de *Saccharum* (Poales: Poaceae), é uma gramínea semiperene, própria de climas tropicais e subtropicais, possivelmente originária do sudeste da Oceania e seu histórico de cultivo no Brasil coincide com os primórdios da colonização portuguesa (Castro et al. 2009). A introdução da cana no Brasil se deu a partir de mudas da Ilha da Madeira, em 1502 e o cultivo ficou estagnado, pois havia pouca mão-de-obra e o interesse da população era voltado ao extrativismo de madeira e a descoberta de minas de ouro e prata (Gassen 2010).

O começo da agroindústria de cana-de-açúcar no Brasil ocorreu com a construção dos engenhos na região nordeste e a partir de 1535, o setor sucroalcooleiro brasileiro havia conquistado o monopólio mundial de produção de açúcar e, assim a cana contribuía com o desenvolvimento do país (Côrrea 1935). Atualmente, a cultura tem grande importância econômica para alguns países das Américas, especialmente, para o Brasil (Smeets et al. 2008) que se destaca como um dos principais produtores mundiais do complexo sucroalcooleiro e o país com maior competitividade no custo de produção de açúcar e álcool (Carvalho & Oliveira 2006).

A expansão do cultivo da cana-de-açúcar no Brasil ocorreu após a crise do petróleo, na década de 1970, pelo programa Pró-Álcool (Programa Nacional do Álcool), onde o etanol recebeu as atenções como biocombustível de extrema utilidade (Portela et al. 2011). Outros produtos, também originados, dessa cultura, é a aguardente, a massa verde e a matéria seca, ambas, utilizada na alimentação animal (Oliveira et al. 2007). Além disso, o bagaço é utilizado, principalmente, como fonte de energia (Pereira et al. 2008).

Atualmente, a cana-de-açúcar é cultivada no Centro-sul (São Paulo, Paraná, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo) e no Norte-nordeste (Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Sergipe, Rio Grande do Norte, Bahia e Tocantins) do Brasil (Camargo et al. 2008).

A produção total de cana-de-açúcar moída na safra 2014/15 é estimada em 671,69 milhões de toneladas, com aumento de 2,0% em relação à safra 2013/14, que foi de 658,82 milhões de toneladas, significando um aumento de 12,87 milhões de toneladas, maior que na safra anterior (Conab 2014). O Estado de Mato Grosso do Sul cultivou 712,39 mil hectares, com aumento de 9% em relação à safra anterior

(2013/2014) produzindo, aproximadamente, 48 milhões toneladas de cana-de-açúcar destinadas à produção de açúcar e álcool (Conab 2014).

Extensas áreas de monocultura com cana-de-açúcar podem favorecer os surtos e injúrias de insetos-pragas, dentre elas, *M. fimbriolata*, popularmente conhecida como cigarrinha-da-raiz da cana-de-açúcar (Mendonça 2005). Ninfas e adultos de *M. fimbriolata* podem causar prejuízos expressivos na cultura da cana-de-açúcar e isto tem favorecido o desenvolvimento de pesquisas com o intuito de controlar as formas biológicas dessa importante praga.

Mahanarva fimbriolata (Stål, 1854) (Hemiptera: Cercopidae)

Aspectos taxonômicos

A ordem Hemiptera é uma das maiores e mais diversificadas com, aproximadamente, 82.000 espécies descritas (Grimaldi & Engel 2005). Seus hábitos alimentares variam da fitofagia à predação, incluindo ectoparasitismo e hematofagia (Cameron et al. 2006). Muitos hemípteros são espécies pragas de culturas agrícolas e algumas são importantes vetores de doenças (Hodkinson & Casson 1991; Schuh & Slater 1995; Arnett 2000).

O grupo é constituído de quatro subordens: Sternorrhyncha, Auchenorrhyncha, Heteroptera e Coleorrhyncha (Grimaldi & Engel 2005). As principais superfamílias que compõem a subordem Auchenorrhyncha são: Cicadoidea, Cercopoidea e Membracoidea (Cryan 2005).

Hemiptera: Auchenorrhyncha: Cercopidae

Cercopidae é uma das famílias mais distintas de insetos sugadores de plantas (Grimaldi & Engel 2005). Os adultos têm corpo aerodinâmico com uma placa grande, que se estende entre as bases das asas, assemelhando-se, assim, cigarrinhas de Cicadellidae (Cryan 2005). No entanto, suas pernas posteriores assemelham aos de “planthoppers” (Fulgoroidea) com espinhos nas laterais, ápice das tíbias e sua capacidade de saltar originaram o seu nome comum “froghoppers” (Hamilton 2001).

Atualmente, há cerca de 3000 espécies de cercopídeos descritos na literatura mundial (Cryan 2005). No entanto, acredita-se que os registros taxonômicos representem apenas 10% da estimativa de espécies de cigarrinhas (Mendonça 2005).

Os Cercopídeos alimentam-se quase exclusivamente de seiva do xilema e são amplamente polípagos, ou seja, podem se alimentar de uma grande variedade de plantas

(Grimaldi & Engel 2005). De modo geral, muitos Cercopidae tendem a se alimentar de monocotiledôneas herbáceas (Hamilton 2001). Esse hábito alimentar, deve-se a menor capacidade, desse grupo de plantas, se defender das injúrias dos Cercopídeos (Paladini et al. 2008). Outros fatores que influenciam a planta hospedeira ou a seleção local de alimentação incluem concentração de aminoácidos, a resistência do tecido, a profundidade dos elementos do xilema e a presença de tricomas na planta (Hodkinson & Casson 1991; Dmitriev 2002).

Ninfas de Cercopidae vivem dentro de uma massa espumosa, que elas secretam a partir de fluidos obtidos da planta hospedeira e estas se assemelham a adultos, mas faltam asas e são mais pálidas na cor (Carvalho & Webb 2005). As ninfas de cigarrinha têm adaptações especiais para a produção de “espuma” dentro da qual, ficam escondidas e protegidas da desidratação (Mendonça 1996). Parte da ingestão de seiva da planta é desviada do esôfago ao proctodeu (intestino posterior) e, encaminhada para as glândulas de “Batelli” que são responsáveis pela formação da espuma (Mendonça 2005).

Três gêneros de cigarrinhas são mais abundantes no Brasil: *Deois* sp., *Mahanarva* sp. e *Notozulia* sp., sendo o primeiro, de ocorrência em todos os municípios brasileiros (Bernardo et al. 2008). Dessa forma, as cigarrinhas têm se caracterizado como um dos principais problemas fitossanitários de culturas agrícolas, principalmente, cultivos de cana-de-açúcar (Garcia et al. 2006; 2007). As ninfas, ao se alimentarem nas raízes, comprometem o transporte de água e nutrientes para os pontos de crescimento aéreo das plantas (Byers & Wells 1966).

O estresse fisiológico causado na planta promove perdas diretas e indiretas (Guagliumi 1973). Os adultos injetam toxinas no terço superior das plantas em crescimento, produzindo manchas nas folhas das mesmas (Garcia et al. 2007). As lesões dos adultos são expressas pela clorose, popularmente, conhecida como “queima”, o que acarreta na diminuição da pureza do caldo e rendimentos dos açúcares produzidos pelas plantas de cana-de-açúcar (Dinardo-Miranda 2007ab).

Além disso, no Brasil, a introdução das pastagens, destinadas a bovinocultura, tem resultado no aumento populacional desses hemípteros (Hewitt 1988, Cosenza et al. 1989) cujos, prejuízos não se limitam apenas às pastagens, estendendo-se às culturas do arroz e milho (Nilakhe 1985). Áreas significativas, ocupadas com arroz e milho, principalmente, em Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e Goiás têm sido infestadas por estes insetos (Carvalho & Webb 2005).

Distribuição, importância econômica, monitoramento e controle de *Mahanarva fimbriolata*

As cigarrinhas da cana-de-açúcar encontram-se distribuídas nos países da América Latina, Caribe, América Central, Trinidad, Venezuela e Guiana, enquanto a espécie *M. fimbriolata* ocorre, principalmente, no Brasil e na Bolívia (Guagliumi 1973, Mendonça 1996).

No Brasil, a espécie *M. fimbriolata* já foi registrada nos Estados do Alagoas, Bahia, Goiás, Mato Grosso, Maranhão, Minas Gerais, Paraná, Rio Grande do Norte, Santa Catarina, Sergipe, São Paulo (Mendonça 2005), Rondônia (Teixeira 2010), Mato Grosso do Sul (Kassab et al. 2012). No entanto, o uso do fogo no canavial, antes da colheita da cana-de-açúcar, limitava o crescimento populacional de *M. fimbriolata*, principalmente, pela destruição dos ovos em diapausa e formas biológicas do inseto (Dinardo-Miranda et al. 2004).

Atualmente, a cigarrinha-da-raiz, destaca-se como uma das principais pragas da cana-de-açúcar (Souza et al. 2008; Dinardo-Miranda et al. 2014), pois a mecanização da colheita das áreas destinadas ao cultivo da cana-de-açúcar proporcionou um aumento da palhada sobre o solo (Dinardo-Miranda et al. 1999, 2003). Os restos culturais deixados no campo, associado à elevada temperatura favorece o desenvolvimento de populações de *M. fimbriolata* (Dinardo-Miranda et al. 2007ab).

O aumento no número de cigarrinhas-da-raiz promove perdas significativas na produtividade agrícola e qualidade tecnológica da cana-de-açúcar (Dinardo-Miranda et al. 2000, 2002; Gonçalves et al. 2003; Tiago et al. 2011). As ninfas, ao se alimentarem nas raízes, comprometem o transporte de água e nutrientes para os pontos de crescimento aéreo da planta e os adultos injetam toxinas no terço superior da cana-de-açúcar em crescimento, produzindo manchas nas folhas das mesmas (Garcia et al. 2007).

O estresse fisiológico causado na planta reduz o tamanho e espessura dos entrenós, que ficam curtos e fibrosos (Guagliumi 1973). As perdas ocasionadas pelo inseto são classificadas como diretas e indiretas. As perdas diretas são caracterizadas pela morte, encurtamento, rachadura, brotações laterais e murchamento dos colmos, além de redução na produtividade (tonelada de cana/ha) (Macedo et al. 2006). As indiretas, ocasionadas pela redução da quantidade e qualidade do teor de açúcar na planta, além do aumento de microorganismos contaminantes no caldo oriundo da cana-de-açúcar (Dinardo-Miranda et al. 2004; Macedo & Macedo 2004; Peixoto et al. 2009).

O sucesso no controle de *M. fimbriolata* depende, principalmente, do monitoramento das populações de ninfas e adultos. Dessa forma, independentemente da estratégia utilizada, a eficiência dos métodos de controle está condicionada a detecção da primeira geração da praga no campo (Almeida et al. 2002; Mendonça 2005). De maneira geral, sugere-se a quantificação das formas biológicas do inseto, ou seja, ninfas e adultos de *M. fimbriolata*. Mendonça (2005) utiliza como padrão 2 pontos de 1 m por amostra para cada hectare; Almeida (2001) sugere a contagem de ninfas em 3 a 5 pontos por hectare, sendo cada ponto representado por 2,0 metros lineares; Stingel (2005) utilizando estudos de distribuição e amostragem sequencial sugeriu a amostragem em 18 pontos de 1 m por hectare; Dinardo-Miranda et al. (2007a) recomenda que a amostragem seja realizada em 3 pontos por hectare em 2 m por hectare .

Após o monitoramento da praga, medidas de controle devem ser adotadas e pesquisas vêm sendo conduzidas, nos últimos anos, no intuito de avaliar a eficiência de inseticidas e isolados do fungo *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff, 1879) Sorokin, 1883 (Hypocreales: Clavicipitaceae) para o controle de *M. fimbriolata* em plantios de cana-de-açúcar.

A pulverização de bioinseticidas e inseticidas químicos é empregada no controle de adultos ou ninfas de *M. fimbriolata*, contudo, as ninfas deverão ser consideradas como o alvo principal (Loureiro et al. 2012). O uso de equipamentos tratorizados, com pingentes longos, adaptados à barra de pulverização, é muito utilizado, sendo uma boa opção em grandes áreas, principalmente, no início da infestação quando o tamanho das plantas ainda permite seu uso, cobrindo de cada vez uma grande quantidade de sulcos de plantios de cana-de-açúcar (Loureiro 2004). Não se recomenda o uso de aplicações aéreas para o controle de ninfas pela dificuldade de atingi-las nos locais onde se encontram (Mendonça 2005).

Nas áreas com infestações próximas aos níveis de dano econômico, deve-se priorizar o uso de inseticidas, pois, a eficiência de controle de ninfas e adultos de *M. fimbriolata* será maior (Dinardo-Miranda et al. 2004). A utilização de *M. anisopliae* deve ser empregada em infestações menores, pois, os fungos entomopatogênicos agem de forma mais lenta que os inseticidas (Dinardo-Miranda et al. 2008).

Os inseticidas químicos são eficientes no controle de ninfas e adultos de *M. fimbriolata* e experimentos realizados com Thiamethoxam (Dinardo-Miranda et al. 2002, 2006; Madaleno et al. 2008; Peixoto et al. 2009; Pereira et al. 2010), Aldicarbe (Dinardo-Miranda et al. 2002), Carbofuran (Dinardo-Miranda et al. 2002; Peixoto et al.

2009), Imidacloprido (Carvalho et al. 2009, 2011) reduziram, significativamente, as infestações da cigarrinha-da-raiz em cana-de-açúcar.

Estudos conduzidos por Dinardo-Miranda et al. (2002) evidenciaram que os tratamentos com Aldicarbe, Thiametoxam e Carbofuram foram os mais eficientes no controle da cigarrinha-da-raiz, contribuindo para aumentos significativos da produtividade de açúcar. Em outra pesquisa, os autores concluíram que os inseticidas Imidacloprido e Thiametoxam apresentaram maior eficiência no controle da cigarrinha, quando aplicados sob infestações mais baixas, enquanto Aldicarbe apresentou boa eficiência mesmo se aplicado sob altas infestações da praga, embora com período residual mais curto do que o apresentado pelo Imidacloprido e Thiametoxam (Dinardo-Miranda et al. 2006).

Madaleno et al. (2008) observaram que a aplicação do inseticida Thiamethoxam ($0,2 \text{ kg ha}^{-1}$) reduziu a população de *M. fimbriolata* e elevou a produtividade de colmos de cana-de-açúcar. Em estudos conduzidos por Peixoto et al. (2009), os inseticidas Thiamethoxam [(100, 150, 200 e 250 g ha^{-1}] e Carbofuran (700 g ha^{-1}) foram eficientes em controlar as populações da cigarrinha. No entanto, a aplicação de *M. anisopliae* ($1,0 \text{ L ha}^{-1}$) não foi eficiente em controlar as ninfas de *M. fimbriolata* (Peixoto et al. 2009). Pereira et al. (2010) evidenciaram que o inseticida Thiamethoxam, nas doses de 100 g ha^{-1} , 150 g ha^{-1} e 200 g ha^{-1} , pode controlar a cigarrinha-da-raiz. Além disso, segundo os autores, o inseticida thiamethoxam possibilita incremento de produtividade, devido ao controle de *M. fimbriolata* e ao efeito fitotônico no desenvolvimento das plantas.

Em outras pesquisas, o inseticida Imidacloprido ($1,5 \text{ L ha}^{-1}$) possibilitou melhor desempenho no controle de ninfas da cigarrinha e manteve a população de *M. fimbriolata* baixa, quando comparada ao tratamento com o fungo entomopatogênico *M. anisopliae* (Carvalho et al. 2009, 2011).

Por outro lado, o controle químico apresenta algumas desvantagens, quando comparado com o método biológico, tais como: a possibilidade de ressurgência da praga, seleção de insetos resistentes, contaminação humana e ambiental (Gassen 2010). Por isto, o fungo entomopatogênico *M. anisopliae* têm sido empregado no controle das cigarrinhas da cana-de-açúcar e o uso, desse inimigo natural, pode reduzir as infestações de *M. fimbriolata* (Guagliumi 1973).

No entanto, para maximizar a eficiência de controle da cigarrinha da cana-de-açúcar e facilitar implementação dos programas de controle microbiano de pragas, torna-se necessário à seleção de isolados de fungos entomopatogênicos (Loureiro 2004).

Por isto, trabalhos de seleção de isolados de *M. anisopliae* para o controle de *M. fimbriolata* foram desenvolvidos por Loureiro et al. (2005); Macedo et al. (2006); Freitas et al. (2012).

Os isolados selecionados por Loureiro et al. (2005) proporcionaram a mortalidade confirmada de ninfas de *M. fimbriolata* superior ou igual a 70% no sexto dia de avaliação e estes, foram: IBCB 348, IBCB 351, IBCB 363, IBCB 408, IBCB 410, IBCB 418, IBCB 425, IBCB 482. Macedo et al. (2006) avaliaram a eficiência de dezoito isolados de *M. anisopliae* para o controle de *M. fimbriolata* e os mais patogênicos foram o IBCB 348, ESALQ 1285, IBCB 345, ESALQ 319 e ESALQ 1037 que causaram mortalidades médias de 59,5; 57,9; 58,4; 53,9 e 46,5%, respectivamente. Nos estudos, conduzidos por Freitas et al. (2012) os isolados UFGD 425, UFGD 22, PL 43, IBCB 348, UFGD 28, UFGD 05 e UFGD 03 causaram mortalidade confirmada de pelo menos 70% da população de ninfas após o sétimo dia da inoculação, mostrando potencialidade como agentes de controle da cigarrinha-da-raiz da cana-de-açúcar.

Pesquisas de campo, conduzidas por Almeida et al. (2003) relataram que aos 90 dias após aplicação de 1 Kg do bioinseticida Methavida[®] (isolado IBCB 348), nos meses de novembro e de dezembro, obteve a eficiência de 91,6%. Batista Filho et al. (2003) avaliou a eficiência dos isolados de fungos entomopatogênicos IBCB 10, ESALQ 1037 e PL 43. Esses autores observaram que os isolados IBCB 10 e ESALQ 1037, aplicados quinzenalmente e mensalmente, mantiveram a população de formas jovens abaixo de 3 ninfas/metro linear, sendo considerados isolados promissores no controle biológico de *M. fimbriolata*.

Além disso, o fungo *M. anisopliae* aplicado em canaviais, na concentração de 9×10^{11} conídios ha^{-1} , reduziu as populações de *M. fimbriolata* em até 91,2%, quando aplicado em duas ocasiões (Dinardo-Miranda et al. 2004). Outros estudos, com os isolados de *M. anisopliae* IBCB 425 e BIO 08, nas doses de 5 kg ha^{-1} e 4 kg ha^{-1} , foram eficientes em controlar ninfas de *M. fimbriolata* até 105 dias após a aplicação (Kassab et al. 2012).

Em relação ao número de aplicações Loureiro et al. (2012) verificaram que apenas uma única aplicação de *M. anisopliae* não é eficiente para a manutenção da população de *M. fimbriolata* abaixo do nível de dano econômico. Esses autores, observaram que 30 dias após a pulverização os isolados IBCB 408 e IBCB 425 apresentaram eficiência de controle de ninfas de 63 e 62%, respectivamente, e para os

adultos a eficiência foi de 100%. Aos 60 dias da aplicação, o isolado IBCB 425 foi o mais eficiente para controlar as ninfas de *M. fimbriolata*.

Além disso, Barbosa et al. (2011) sugerem a utilização da associação de Thiamethoxan com o fungo entomopatogênico *M. anisopliae*, em áreas com elevadas infestações de ninfas e adultos de *M. fimbriolata*. Segundo os autores, o inseticida químico causa um efeito “Knock-down” (choque), controlando as diferentes formas biológicas da cigarrinha-da-raiz e o fungo mantém o controle das próximas gerações. Assim, esse estudo recomenda o uso de 25% da dose recomendada de *M. anisopliae* + 75% da dose de Thiamethoxam recomendada pelo fabricante.

Dessa forma, esses estudos demonstraram a eficiência dos métodos biológicos e químicos em combater a praga, o que motivou unidades produtoras e fornecedores de cana-de-açúcar, a utilizar o fungo entomopatogênico *M. anisopliae* e inseticidas para controlar as populações de *M. fimbriolata*.

OBJETIVO GERAL

Propor uma alteração na metodologia de amostragem de *M. fimbriolata* e avaliar a eficiência dos métodos de controle químico, biológico e associações em cana-de-açúcar.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Subdividir a amostragem das ninfas em pequena, média e grande e, posteriormente, avaliar a eficiência de *M. anisopliae* no controle de *M. fimbriolata*.

Avaliar a eficiência de inseticidas químicos e biológicos no controle de *M. fimbriolata* utilizando a nova proposta de amostragem e o método convencional.

Otimizar a eficiência de controle de *M. fimbriolata* com a associação de inseticidas químicos e biológicos.

HIPÓTESES

1- É possível otimizar a eficiência de produtos biológicos e/ou químicos, utilizados no controle de *M. fimbriolata*, com o monitoramento de ninfas pequenas, médias e grandes e adultos da cigarrinha.

2- A associação de inseticidas químicos com o fungo *M. anisopliae* é eficiente em controlar ninfas de *M. fimbriolata* em cultivos de cana-de-açúcar

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, J. E. M. Controle biológico da cigarrinha-da-raiz da cana-de-açúcar com isolados de *Metarhizium anisopliae*. In: **Reunião Itinerante de Fitossanidade do Instituto Biológico**. Sertãozinho. Anais. p. 35-47, 2001.

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**, v. 21, p. 84-89, 2002.

ALMEIDA, J. E. M.; BATISTA FILHO, A.; SANTOS, A. S. Avaliação do controle biológico de *Mahanarva fimbriolata* (Hemiptera: Cercopidae) com o fungo *Metarhizium anisopliae* em variedades de cana-de-açúcar e diferentes épocas de corte. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 70, p. 101-103, 2003.

ALMEIDA, J. E. M.; BATISTA FILHO, A.; DA COSTA, E. A. D. Efeito de adjuvantes em associação com Thiamethoxam 250 WG e *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin no controle de cigarrinha-da-raiz da cana-de-açúcar *Mahanarva fimbriolata* (Stal, 1854) (Hemiptera: Cercopidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 74, p. 135-140, 2007.

ALVES, R. T.; CARVALHO, G. S. Primeiro registro das espécies de cigarrinhas-da-raiz da cana-de-açúcar *Mahanarva spectabilis* (Distant) e *Mahanarva liturata* (Le Peletier & Serville) atacando canaviais na região de Goianésia (GO), Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 81, p. 83-85, 2014.

ARNETT, R. H. **American insects: a handbook of the insects of America north of Mexico**. Boca Raton: CRC Press, 1003 p. 2000.

BARBOSA, R. H.; KASSAB, S. O.; FONSECA, P. R. B.; ROSSONI, C.; SILVA, A. S. Associação de *Metarhizium anisopliae* (Hyp.: Clavicipitaceae) e thiamethoxam para o controle da cigarrinha-das-raízes em cana-de-açúcar. **Ensaio e Ciência**, v. 15, p. 41-51, 2011.

BATISTA FILHO, A.; ALMEIDA, J. E. M.; SANTOS, A. S.; MACHADO, L. A.; ALVES, S. B. Eficiência de isolados de *Metarhizium anisopliae* no controle de cigarrinha-da-raiz da cana-de-açúcar *Mahanarva fimbriolata* (Hom.: Cercopidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 70, p. 309-314, 2003.

BERNARDO, E. R. A.; ROCHA, V. F.; PUGA, O.; SILVA, R. A. Espécies de cigarrinhas-das-pastagens (Hemiptera: Cercopidae) no meio-norte do Mato Grosso. **Ciência Rural**, v. 33, p. 369-371, 2008.

BIOSUL - Associação de Produtores de Bioenergia de Mato Grosso do Sul. Disponível em: <http://www.biosulms.com.br/associados.php>. Acesso em: 15 mai. 2014.

BYERS, R. A.; WELLS, H. D. Phytotoxemia of *Coastal bermudagrass* caused by the two-lined spittlebug *Prosapia bicincta* (Homoptera: Cercopidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 59, p. 1067-1071, 1966.

CAMARGO, A. M. M. P.; CASER, D. V.; CAMARGO, F. P.; OLIVETTE, M. P. A.; SACHS, R. C. C.; TORQUATO, S. A. Dinâmica e tendência da expansão da cana-de-açúcar sobre as demais atividades agropecuárias, Estado de São Paulo, 2001-2006. **Informações Econômicas**, v. 38, p. 47-66, 2008.

CAMERON, S. L.; BECKENBACH, A. T.; DOWTON, M.; WHITING, M. F. Evidence from mitochondrial genomics on interordinal relationships in insects. **Arthropod Systematics and Phylogeny**, v. 64, p. 27-34, 2006.

CANASAT - Monitoramento da cana-de-açúcar. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/laf/canasat/tabelas.html>. Acesso em: 15 mai. 2014.

CARVALHO, G. R.; OLIVEIRA, C. O setor sucroalcooleiro em perspectiva. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Circular técnica. 10), 2006.

CARVALHO, C. S.; WEBB, M. D. **Cercopid Spittle Bugs of the New World (Hemiptera, Auchenorrhyncha, Cercopidae)**. Philadelphia: Coronet Books, 80 p. 2005.

CARVALHO, L. W. T.; BROGLIO-MICHELETTI, S. M. F.; CARVALHO, L. H. T. Avaliação de *Metarhizium anisopliae* e de imidacloprido no controle da cigarrinha-da-raiz da cana-de-açúcar. **Magistra**, v. 21, p. 1-7, 2009.

CARVALHO, L. W. T.; BROGLIO-MICHELETTI, S. M. F.; CARVALHO, L. H. T.; DIAS, N. S.; GIRÓN-PÉREZ, K. Incidência de *Mahanarva fimbriolata* después de aplicaciones de *Metarhizium anisopliae* e imidacloprid en caña de azúcar. **Caatinga**, v. 24, p. 20-26, 2011.

CASTRO, H. S.; ANDRADE, L. A. B.; BOTREL, E. P.; EVANGELISTA, A. R. Rendimentos agrícola e forrageiro de três cultivares de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) em diferentes épocas de corte. **Ciência Agrotecnologia**, v. 33, p. 1336-1341, 2009.

CONAB – **Companhia Nacional de Abastecimento**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 14 mai. 2014.

CORRÊA, M. A. **Sinopse histórica do açúcar em São Paulo**. Rio de Janeiro: IAA, p. 153-163. 1935.

COSENZA, G. W. Resistência de gramíneas forrageiras a cigarrinha-das-pastagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 24, p. 961-968, 1989.

CRYAN, J. R. Molecular phylogeny of Cicadomorpha (Insecta: Hemiptera: Cicadoidea, Cercopoidea and Membracoidea): adding evidence to the controversy. **Systematic Entomology**, v. 30, p. 563-574, 2005.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; FIGUEIREDO, P.; LANDELL, M. G. A.; FERREIRA, J. M. G.; CARVALHO, P. A. M. Estimativa de danos causados pelas cigarrinhas das raízes (*Mahanarva fimbriolata*) a diversos genótipos de cana-de-açúcar. **STAB: Açúcar, Alcool e Subprodutos**, v. 17, p. 48-52, 1999.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; FERREIRA, J. M. G.; CARVALHO, P. A. M. Influência das cigarrinhas das raízes, *Mahanarva fimbriolata*, sobre a qualidade tecnológica da cana-de-açúcar. **STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v. 19, p. 34-35, 2000.

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

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

DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; FERREIRA, J. M.; CARLOS, A.; GARCIA, A. C.; 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**, v. 33, p. 743-749, 2004.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; PIVETTA, J. P.; FRACASSO, J. V. Eficiência de inseticidas no controle de *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae) e seus efeitos sobre a qualidade e produtividade da cana-de-açúcar. **BioAssay**, v. 1, p. 1-7, 2006.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; VIEIRA, S. R.; FRACASSO, J. V.; GREGO, C. R. Uso da geoestatística na avaliação da distribuição espacial de *Mahanarva fimbriolata* em cana-de-açúcar. **Bragantia**, v. 66, p. 449-455, 2007a.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; GIL, M. A. Estimativa do nível de dano econômico de *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae) em cana-de-açúcar. **Bragantia**, v. 66, p. 81-88, 2007b.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; PIVETTA, J. P.; FRACASSO, J. V. Economic injury level for sugarcane caused by the spittlebug *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae). **Scientia Agricola**, v. 65, p. 16-24, 2008.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; ANJOS, I. A.; COSTA, V. P.; FRACASSO, J. V. Resistance of sugarcane cultivars to *Diatraea saccharalis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, p. 1-7, 2012.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; COSTA, V. P.; FRACASSO, J. V.; PERECIN, D.; OLIVEIRA, M. C.; IZEPP, T. S.; LOPES, D. O. P. Resistance of sugarcane cultivars to *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae). **Neotropical Entomology**, v.43, p. 90-95, 2014.

DMITRIEV, D. A. General morphology of leafhopper nymphs of the subfamily Deltocephalinae (Hemiptera: Cicadellidae). **Acta Entomologica Slovenica**, v. 10, p. 65-82, 2002.

FREITAS, A. F.; LOUREIRO, E. S.; ALMEIDA, M. E. B.; PESSOA, L. G. A. Seleção de isolados de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. (Deuteromycotina: Hyphomycetes) para o controle de *Mahanarva fimbriolata* (Stål, 1854) (Hemiptera: Cercopidae) em cana-de-açúcar. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 79, p. 247-254, 2012.

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**, v. 63, p. 317-320, 2006.

GARCIA, J. F.; GRISOTO, E.; BOTELHO, P. S. M.; PARRA, J. R. P.; GLÓRIA, B. A. Feeding site of the spittlebug *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae) on sugarcane. **Scientia Agricola**, v. 64, p. 555-557, 2007.

GASSEN, M. H. Produção e eficiência de isolados de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. no controle da cigarrinha-das-raízes da cana-de-açúcar, *Mahanarva fimbriolata*

(Stal, 1854) (Hemiptera: Cercopidae). **Tese de Doutorado**, Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Estadual Paulista. 78 p. 2010.

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

GRIMALDI, D.; ENGEL, M. S. **Evolution of the insects**. New York: Cambridge University Press, 755 p. 2005.

GUAGLIUMI, P. **Pragas da cana-de-açúcar**. Rio de Janeiro: Editora IAA, 622 p. 1973.

HAMILTON, K. G. A. A new family of froghoppers from the American tropics (Hemiptera: Cercopoidea: Epipygidae). **Biodiversity**, v. 2, p. 15-21, 2001.

HEWITT, G. B. Grazing management as a means of regulating spittlebug (Homoptera: Cercopidae) numbers in Central Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 23, p. 697-707, 1988.

HODKINSON, J. D.; CASSON, D. A lesser predilection for bugs: Hemiptera (Insecta) diversity in tropical rain forests. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 43, p. 101-109, 1991.

KASSAB, S. O.; LOUREIRO, E. S.; FONSECA, P. R. B.; BARBOSA, R. H.; MOTA, T. A.; ROSSONI, C. *Metarhizium anisopliae* no controle da cigarrinha-da-raiz da cana-de-açúcar *Mahanarva fimbriolata* (Stål, 1854) (Hemiptera: Cercopidae). **Global Science and Technology**, v. 5, p. 98-106, 2012.

LOUREIRO, E. S. Seleção e avaliação de campo de isolados de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. para o controle da cigarrinha-da-raiz da cana-de-açúcar, *Mahanarva fimbriolata* (Stal, 1854) (Hemiptera: Cercopidae). **Tese de Doutorado**, Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Estadual Paulista. 91 p. 2004.

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

LOUREIRO, E. S.; BATISTA FILHO A.; ALMEIDA, J. E. M.; MENDES, J. M.; PESSOA, L. G. Eficiência de isolados de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. no controle da cigarrinha-da-raiz da cana-de-açúcar, *Mahanarva fimbriolata* (Stal, 1854) (Hemiptera: Cercopidae) em condições de campo. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 79, p. 47-53, 2012.

MACEDO, N.; MACEDO, D. As pragas de maior incidência nos canaviais e seus controles. **Visão Agrícola**, v. 1, p. 38-46, 2004.

MACEDO, D.; ALVES, S. B.; VIEIRA, A. S. Screening of *Metarhizium anisopliae* (Metsch.). Sorok. strains against *Mahanarva fimbriolata* (Stal, 1854) (Hemiptera: Cercopidae). **Semina: Ciências Agrárias**, v. 27, p. 47-52, 2006.

MADALENO, L. L.; RAVANELI, G. C.; PRESOTTI, L. E.; MUTTON, M. A.; FERNANDES, O. A.; MUTTON, M. J. R. Influence of *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae) injury on the quality of cane juice. **Neotropical Entomology**, v.37, p. 68-73, 2008.

MENDONÇA, A. F. **As cigarrinhas da cana-de-açúcar (Homoptera: Cercopidae) no Brasil**. Maceió: Inseto & Cia, p. 171-192, 1996.

MENDONÇA, A. F. **Cigarrinhas da cana-de-açúcar: Controle biológico**. Maceió: Insecta, 317 p. 2005.

NILAKHE, S. S. Ecological observations on spittlebugs with emphasis on their occurrence in rice. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 20, p. 407-414, 1985.

OLIVEIRA, M. W. de; FREIRE, F. M.; MACÊDO, G. A. R.; FERREIRA, J. J. Nutrição mineral e adubação da cana-de-açúcar. **Informe Agropecuário**, v. 28, p. 30-43, 2007.

PALADINI, A.; FERRARI, A.; CARVALHO, G. S. Cladistic Analysis of *Kanaima Distant*, 1909 (Hemiptera, Cercopidae). **Zootaxa**, v. 1704, p. 47-63, 2008.

PEREIRA, R. A. N.; FERREIRA, W. M.; GARCIA, S. K.; PEREIRA, M. N.; BERTECHINI, A. G. Digestibilidade do bagaço de cana-de-açúcar tratado com hidróxido de sódio em dietas para coelhos em crescimento. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32 p. 573-577, 2008.

PEREIRA, J. M.; FERNANDES, P. M.; VELOSO, V. R. S.; SILVA, E. A. Thiamethoxam no controle de *Mahanarva fimbriolata*, na produtividade e na qualidade tecnológica da cana-de-açúcar. **Agrociencia**, v. 14, p. 26-32, 2010.

PEIXOTO, M. F.; FERNANDES, P. M.; SOARES, R. A. B.; BARBOSA, R. V.; OLIVEIRA, R. R. C. Controle e perdas provocadas por *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae) em cana-de-açúcar. **Global Science and Techonology**, v. 02, p. 114-122, 2009.

PINTO, A. S.; BOTELHO, P. S. M.; OLIVEIRA, H. N. de. **Guia ilustrado de pragas da cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP2, 160 p. 2009.

PORTELA, G. L. F.; PÁDUA, L. E. M.; BRANCO, R. T. P. C.; BARBOSA, O. A.; SILVA, P. R. R. Infestação de *Diatraea* spp. em diferentes variedades de cana-de-açúcar em União-Pi. **Revista Caatinga**, v. 24, p.149-152, 2011.

SOUZA, Z. M. de.; PAIXÃO, A. C. S.; PRADO, R. de. M.; CESARIN, L. G.; SOUZA, S. R. de.; MONTANARI, R. Produtividade agrícola de variedades de cana-de-açúcar e incidência de broca-comum e cigarrinha da raiz em canavial colhido sem queima. **Bragantia**, v. 67, p. 413-419, 2008.

SCHUH, R. T.; SLATER, J. A. **True bugs of the world (Hemiptera: Heteroptera): Classification and natural history**. Ithaca: Cornell University Press, 336 p. 1995.

STINGEL, E. Distribuição espacial e plano de amostragem para a cigarrinha-das-raízes, *Mahanarva fimbriolata* (Stal. 1854), em cana-de-açúcar. **Dissertação de Mestrado**, Programa de Pós-graduação em Entomologia, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 75 p. 2005.

SMEETS, E.; JUNGINGER, M.; FAAIJ, A.; WALTER, A.; DOLZAN, P.; TURKENBURG, W. The sustainability of brazilian ethanol – An assesment of the possibilities of certified production. **Biomass and Bioenergy**, v.32, p.781-813, 2008.

TEIXEIRA, W. M.; SÁ, L. A. N. Eficiência de *Metarhizium anisopliae* (Metsch) Sorokin no controle de cigarrinhas-das-pastagens (Hemiptera: Cercopidae) em *Brachiaria bryzantha* em Rondônia - Brasil. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 5, p. 263-273, 2010.

TIAGO, P. V.; SOUZA, H. M. L.; MOYSÉS, J. B.; OLIVEIRA, N. T.; LIMA, E. A. L. A. Differential pathogenicity of *Metarhizium anisopliae* and the control of the sugarcane root spittlebug *Mahanarva fimbriolata*. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 54, p. 435-440, 2011.

UNICA - **União da Indústria de Cana-de-açúcar**. Disponível em: <http://www.unica.com.br>. Acesso em: 14 mai. 2014.

CAPÍTULO I

ALTERAÇÃO NO MÉTODO DE AMOSTRAGEM DE *Mahanarva fimbriolata* (STÅL, 1854) (HEMIPTERA: CERCOPIDAE) E AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE *Metarhizium anisopliae* (METSCHNIKOFF, 1879) SOROKIN, 1883 (HYPOCREALES: CLAVICIPITACEAE)

Comunicação científica adequada às normas do periódico “Arquivos do Instituto Biológico”

Alteração no método de amostragem de *Mahanarva fimbriolata* (Stål, 1854)
(Hemiptera: Cercopidae) e avaliação da eficiência de *Metarhizium anisopliae*
(Metschnikoff, 1879) Sorokin, 1883 (Hypocreales: Clavicipitaceae)

S. O. Kassab, E. S. Loureiro, P. R. B. da Fonseca, R. H. Barbosa, T. A. Mota, C. Rossoni

Programa de Pós-graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade,
Universidade Federal da Grande Dourados, FCBA, Rodovia Dourados-Itahum, Km 12,
CEP 79804-970, Dourados, MS, Brasil. E-mail: samirkassab@gmail.com

RESUMO

Sugere-se uma alteração no método de amostragem da cigarrinha-da-raiz para a cultura da cana-de-açúcar com o objetivo de aprimorar o controle da praga. O monitoramento convencional de *Mahanarva fimbriolata* pode subestimar o número de ovos ovipositados na área, ocasionando ressurgência da praga. Neste sentido, um estudo foi realizado em Ponta Porã, MS, com o objetivo de alterar a proposta de amostragem da *M. fimbriolata*. O delineamento experimental composto por blocos casualizados, com dez tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos testados foram: 1) Testemunha - não tratada, 2) Thiamethoxam 250WG - 250 g ha⁻¹, 3) IBCB 425 - 5 x 10⁹ con ha⁻¹, 4) IBCB 425 - 10 x 10⁹ con ha⁻¹, 5) IBCB 425 - 15 x 10⁹ con ha⁻¹, 6) BIO 08 - 5 x 10⁹ con ha⁻¹, 7) BIO 08 - 10 x 10⁹ con ha⁻¹, 8) BIO 08 - 15 x 10⁹ con ha⁻¹, 9) IBCB 425 - 5 x 10⁹ con ha⁻¹ - aplicação granulada e 10) BIO 08 - 5 x 10⁹ con ha⁻¹ - aplicação granulada. As avaliações de eficiência dos tratamentos obtidas aos 15, 45, 75 e 105 dias após a aplicação (DAA). Aos 15 DAA os tratamentos com os isolados BIO 08 - aplicação granulada e IBCB 425 nas doses de 5 x 10⁹ con ha⁻¹ e 10 x 10⁹ con ha⁻¹ apresentaram eficiência de 73,33 e 70,66 % respectivamente. Não houve diferenças significativas entre os tratamentos testados no experimento aos 45, 75 e 105 DAA.

PALAVRAS-CHAVE: Cana-de-açúcar; cigarrinha-da-raiz; entomopatógeno.

ABSTRACT

We suggest a change in the method of sampling the spittlebug for growing sugar cane in order to improve the control of this pest. Monitoring conventional *Mahanarva fimbriolata* may underestimate the number of eggs oviposited in the area, causing pest resurgence. In this regard a study was carried out in Ponta Pora, MS, in order to amend the proposed sampling of *M. fimbriolata*. The experiment consists of randomized blocks with ten treatments and four replications. The treatments were: 1) control - untreated, 2) Thiamethoxam 250WG - 250 g ha⁻¹, 3) IBCB 425 - 5 x 10⁹ con ha⁻¹, 4) IBCB 425 - 10 x 10⁹ con ha⁻¹, 5) IBCB 425 - 15 x 10⁹ con ha⁻¹, 6) BIO 08 - 5 x 10⁹ con ha⁻¹, 7) BIO 08 - 10 x 10⁹ con ha⁻¹, 8) BIO 08 - 15 x 10⁹ con ha⁻¹, 9) IBCB 425 - 5 x 10⁹ con ha⁻¹ - granular application e 10) BIO 08 - 5 x 10⁹ con ha⁻¹ - granular application. Evaluations of effectiveness of treatments obtained at 15, 45, 75 and 105 days after application (DAA). 15 DAA treatments with the isolated application with grainy BIO 08 and IBCB 425 at dosage of 5 x 10⁹ con ha⁻¹ and 10 x 10⁹ con ha⁻¹ showed an efficiency of 73,33 and 70,66 % respectively. There were no significant differences between treatments in the experiment at 45, 75 and 105 DAA.

KEYWORDS: Entomopathogen; sugarcane; spittlebug.

Mahanarva fimbriolata (Stål, 1854) (Hemiptera: Cercopidae) destaca-se como uma das principais pragas da cana-de-açúcar (BARBOSA *et al.*, 2011). A mecanização da colheita das áreas destinadas ao cultivo da cana-de-açúcar proporciona um aumento da palhada sobre o solo e os restos culturais, associado à elevada temperatura favorece o desenvolvimento das populações de *M. fimbriolata* (DINARDO-MIRANDA *et al.*, 1999, DINARDO-MIRANDA *et al.*, 2003, DINARDO-MIRANDA *et al.*, 2007). O

aumento no número de cigarrinhas-das-raízes promove perdas significativas na produtividade e qualidade da cana-de-açúcar (DINARDO-MIRANDA *et al.*, 2000, DINARDO-MIRANDA *et al.*, 2002).

Como a maioria das variedades de interesse comercial são suscetíveis às injúrias de ninfas e adultos de *M. fimbriolata*, pesquisas vêm sendo conduzidas com intuito de avaliar a eficiência de inseticidas e isolados do fungo *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff, 1879) Sorokin, 1883 (Hypocreales: Clavicipitaceae) para o controle deste inseto (ALMEIDA *et al.*, 2003; LOUREIRO *et al.*, 2005, MENDONÇA, 2005, ALMEIDA *et al.*, 2007). Os estudos contribuíram para a implementação de um programa de controle da *M. fimbriolata* utilizando *M. anisopliae* e produtos fitossanitários químicos (DINARDO-MIRANDA *et al.*, 2004).

O monitoramento de *M. fimbriolata* inicia-se após as primeiras chuvas do mês de setembro (ALMEIDA *et al.*, 2007). As amostragens devem ser realizadas em 3 pontos por hectare em 2 metros lineares da linha de plantio e a periodicidade ideal para os levantamentos é de 15 dias (MENDONÇA, 2005; DINARDO-MIRANDA *et al.*, 2007). A amostragem convencional, desta praga, considera as ninfas e adultos de *M. fimbriolata* e esta estratégia deve ser reelaborada.

Áreas com histórico de elevadas infestações de cigarrinhas fornecem dados amostrais inconsistentes, ou seja, nestes locais pode ter ocorrido elevada oviposição e a regularidade na precipitação pluviométrica ocasiona novas infestações da praga comprometendo, as aplicações de produtos fitossanitários para o controle de *M. fimbriolata*.

A proposta de alteração do método de amostragem de *M. fimbriolata* reduz a possibilidade do produtor subestimar o potencial biótico (ovos diapáusicos e normais) da praga existente na área. Neste método, propomos a amostragem de ninfas pequenas

(até 5 mm), médias (acima de 5mm-10 mm), grandes (acima de 10 mm) e adultos (GALLO *et al.*, 2002). A proposta de subdivisão das ninfas em pequenas, médias, grandes e adultos possibilita ao amostrador estimar o final de ciclo da geração de *M. fimbriolata* e a percepção do momento de aplicação do produto, ocorre quando o número de ninfas grandes for maior que o de pequenas e médias. Neste período, adultos de *M. fimbriolata* também serão amostrados na população praga e isto nos permite afirmar que a maioria os ovos viáveis tiveram condições favoráveis para que as ninfas eclodissem e a possibilidade de ressurgência das populações de *M. fimbriolata* será menor.

O objetivo desta pesquisa foi propor uma alteração no método de amostragem da *M. fimbriolata* e observar a eficiência do fungo *M. anisopliae*.

O experimento foi conduzido, em um canavial da Usina Monte Verde Agro Energética S.A. (Bunge[®]), em Ponta Porã, Estado de Mato Grosso do Sul (MS). A área experimental foi cultivada com a variedade SP81-3250, a qual é susceptível a cigarrinha (UDOP, 2013) e a brotação da soqueira encontravam-se com 2 meses de idade. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, composto por 10 tratamentos e quatro repetições, sendo cada unidade amostral representada por 10 sulcos de 10 m com espaçamento de 1,4 m, totalizando 140 m².

Os tratamentos utilizados foram compostos pela testemunha, dois isolados de *M. anisopliae* (IBCB 425 e BIO 08) e um inseticida químico, sendo estes: 1) Testemunha - não tratada, 2) Thiamethoxam 250WG - 250 g ha⁻¹, 3) IBCB 425 - 5 x 10⁹ conídios (con) ha⁻¹, 4) IBCB 425 - 10 x 10⁹ con ha⁻¹, 5) IBCB 425 - 15 x 10⁹ con ha⁻¹, 6) BIO 08 - 5 x 10⁹ con ha⁻¹, 7) BIO 08 - 10 x 10⁹ con ha⁻¹, 8) BIO 08 - 15 x 10⁹ con ha⁻¹, 9) IBCB 425 - 5 x 10⁹ con ha⁻¹ - aplicação granulada e 10) BIO 08 - 5 x 10⁹ con ha⁻¹ - aplicação granulada. A aplicação das suspensões fúngicas foi realizada a partir da lavagem do

arroz em água contendo agente tensoativo a 0,1% nos tratamentos 3, 4, 5, 6, 7 e 8. No tratamento 9 e 10 as aplicações foram a lance, ou seja, o arroz esporulado (conidiogênese + substrato) foi distribuído na área e no tratamento 2 efetuou-se aplicação do produto via líquida.

Para a instalação da pesquisa, foram realizadas semanalmente amostragens de ninfas pequenas, médias, grandes e adultos de *M. fimbriolata* com o objetivo de identificar o momento de aplicação dos produtos para o controle da praga, ou seja, final de ciclo da primeira geração de cigarrinhas. As avaliações de eficiência obtidas aos 15, 45, 75 e 105 dias após a aplicação (DAA), observando o número de ninfas vivas de *M. fimbriolata*.

A amostragem das ninfas foi em 2 m lineares de linha de plantio, em um ponto por parcela. Os dados foram submetidos à análise de variância, após serem transformados em $\sqrt{x+0,5}$. A comparação das médias de ninfas por tratamento obtidas pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade e a eficiência dos produtos foi calculada por meio da fórmula de ABBOTT (1925).

Verificou-se, na amostragem prévia, que o número de ninfas da população de cigarrinha diferiu entre os tratamentos testados. Nesta avaliação, a quantidade de ninfas médias e grandes havia aumentado e houve redução no número de ninfas pequenas. Além disso, pode-se observar que os adultos de *M. fimbriolata* também foram amostrados na população da praga (Tabela 1).

Tabela1 - Média das ninfas de *Mahanarva fimbriolata* (Hemiptera: Cercopidae) por tratamento em cana-de-açúcar (SP81-3250) na amostragem prévia. Usina Monte Verde Agro Energética S.A. (Bunge[®]), Ponta Porã (MS), 2010/2011.

Tratamentos	Amostragem Prévia			
	Ninfas pequenas	Ninfas médias	Ninfas grandes	Adultos
Testemunha (não tratada)	0	1,25	5,5	0,25
Thiamethoxam 250WG - 250 g ha ⁻¹	0	1	2,5	0
IBCB 425 (5 x 10 ⁹ con ha ⁻¹)	0	1	4,25	0,5
IBCB 425 (10 x 10 ⁹ con ha ⁻¹)	0	1	4	0
IBCB 425 (15 x 10 ⁹ con ha ⁻¹)	0,25	0	4,75	1
BIO 08 (5 x 10 ⁹ con ha ⁻¹)	0	0,75	6	0,25
BIO 08 (10 x 10 ⁹ con ha ⁻¹)	0	1,5	2,25	0
BIO 08 (15 x 10 ⁹ con ha ⁻¹)	0,75	1,5	1	0,25
IBCB 425 (5 x 10 ⁹ con ha ⁻¹) - Aplicação granulada	0,25	0,75	5,25	0,25
BIO 08 (5 x 10 ⁹ con ha ⁻¹) - Aplicação granulada	0,25	1,75	4,25	1,2

Na primeira avaliação (15 DAA) os tratamentos mais eficientes no controle das ninfas da *M. fimbriolata* foram obtidos pelos isolados BIO 08 com aplicação granulada e IBCB 425 nas doses de 5 x 10⁹ con ha⁻¹ e 10 x 10⁹ con ha⁻¹, respectivamente (Fig. 1).

Ressalta-se que nos tratamentos com os melhores resultados, a infestação de ninfas encontrava-se acima do nível de dano econômico conforme recomendado por DINARDO-MIRANDA *et al.* (2007). A proposta de avaliação leva em consideração o potencial biótico da área amostral, ou seja, os ovos normais e diapáusicos (viáveis). Como a aplicação ocorreu no final do primeiro ciclo de cigarrinhas, as demais gerações, não alcançarão o nível de dano econômico proposto por DINARDO-MIRANDA *et al.*, (2007). Acreditamos que a maioria dos ovos normais e diapáusicos (viáveis) de *M. fimbriolata* tiveram condições para a eclosão das ninfas e assim as chances de reaplicações diminuíram. Outra hipótese que justifica a eficiência obtida pelo fungo *M. anisopliae*, na pesquisa, pode estar associada à época de aplicação do entomopatógeno, visto que a utilizações tardias de inseticidas reduziram as infestações de cigarrinha-da-raiz, resultando em incrementos significativos na produtividade da cana-de-açúcar (DINARDO-MIRANDA *et.al.*, 2004; MADALENO *et.al.*, 2008).

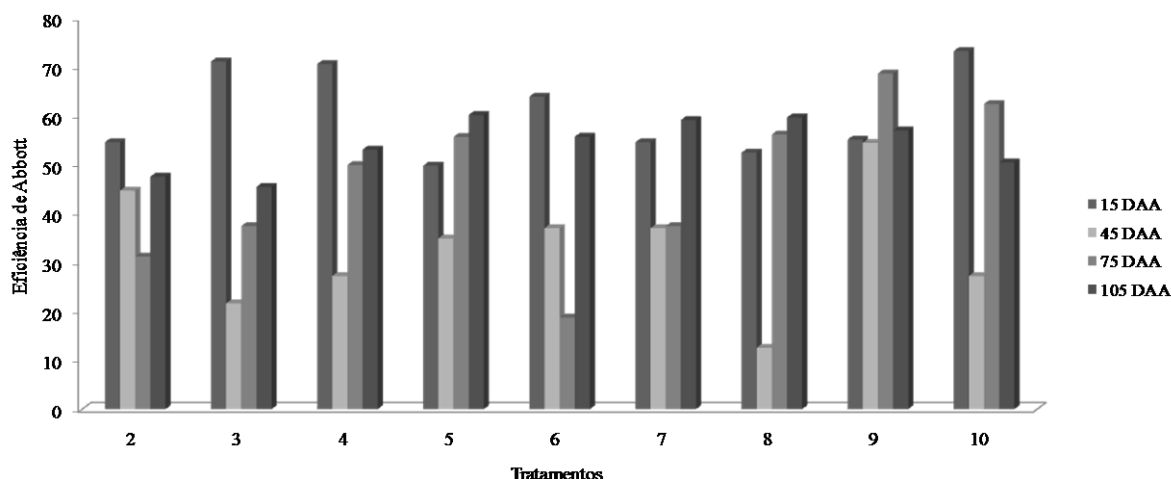


Fig. 1 - Eficiência dos diferentes tratamentos [2) Thiamethoxam 250WG - 250 g ha⁻¹, 3) IBCB 425 - 5 x 10⁹ con ha⁻¹, 4) IBCB 425 - 10 x 10⁹ con ha⁻¹, 5) IBCB 425 - 15 x 10⁹ con ha⁻¹, 6) BIO 08 - 5 x 10⁹ con ha⁻¹, 7) BIO 08 - 10 x 10⁹ con ha⁻¹, 8) BIO 08 - 15 x 10⁹ con ha⁻¹, 9) IBCB 425 - 5 x 10⁹ con ha⁻¹ - aplicação granulada e 10) BIO 08 - 5 x 10⁹ con ha⁻¹ - aplicação granulada] para o controle das ninfas de *Mahanarva fimbriolata* (Hemiptera: Cercopidae). Usina Monte Verde Agro Energética S.A. (Bunge®), Ponta Porã (MS), 2010/2011.

Ressalta-se ainda que os fungos atuam no tegumento das ninfas de *M. fimbriolata* e os insetos mortos são considerados o maior depósito de estruturas infectantes do entomopatógeno e isto auxilia no controle da ressurgência da população praga (ALVES *et.al.*, 1998).

Nas avaliações aos 45, 75 e 105 DAA não ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos. Observa-se que mesmo nos tratamentos com dosagem de 15 x 10⁹ con ha⁻¹, o número de insetos amostrados não diferiu estatisticamente entre as dosagens avaliadas (Tabela 2).

A alteração no método de amostragem do inseto pode explicar os resultados obtidos no presente estudo, pois a percepção do momento de aplicação (final de ciclo da primeira geração de *M. fimbriolata*) do produto foi suficiente para manter a população de ninfas abaixo do nível de dano econômico proposto por DINARDO-MIRANDA *et al.*, (2007).

Tabela 2 - Média das ninfas de *Mahanarva fimbriolata* (Hemiptera: Cercopidae) na variedade de cana-de-açúcar SP81-3250, nos diferentes períodos de amostragens e em função dos tratamentos com produtos biológicos e químico. Usina Monte Verde Agro Energética S.A. (Bunge®), Ponta Porã (MS), 2010/2011.

Tratamentos	15 DAA	45 DAA	75 DAA	105 DAA
Testemunha (não tratada)	3,75 ± 1,08 a	1,43 ± 0,90 a	4,00 ± 1,12 a	3,80 ± 0,16 a
Thiamethoxam 250WG (250 g ha ⁻¹)	1,70 ± 0,28 bc	0,79 ± 0,40 ab	2,75 ± 0,83 b	1,99 ± 0,50 b
IBCB 425 (5 x 10 ⁹ con ha ⁻¹)	1,08 ± 0,25 bc	1,12 ± 0,48 ab	2,50 ± 0,75 b	2,07 ± 0,09 b
IBCB 425 (10 x 10 ⁹ con ha ⁻¹)	1,10 ± 0,28 bc	1,04 ± 0,25 ab	2,00 ± 0,70 b	1,78 ± 0,44 b
IBCB 425 (15 x 10 ⁹ con ha ⁻¹)	1,88 ± 0,40 b	0,93 ± 0,91 ab	1,77 ± 0,80 b	1,51 ± 0,37 b
BIO 08 (5 x 10 ⁹ con ha ⁻¹)	1,35 ± 0,28 bc	0,90 ± 0,85 ab	3,25 ± 0,85 b	1,68 ± 0,44 b
BIO 08 (10 x 10 ⁹ con ha ⁻¹)	1,70 ± 0,62 bc	0,90 ± 0,85 ab	2,50 ± 0,88 b	1,55 ± 0,50 b
BIO 08 (15 x 10 ⁹ con ha ⁻¹)	1,78 ± 0,28 bc	1,25 ± 0,28 b	1,75 ± 0,47 b	1,53 ± 0,37 b
IBCB 425 (5 x 10 ⁹ con ha ⁻¹) - Aplicação granulada	1,68 ± 0,28 bc	0,65 ± 0,55 b	1,25 ± 0,25 b	1,63 ± 0,38 b
BIO 08 (5 x 10 ⁹ con ha ⁻¹) - Aplicação granulada	1,00 ± 0,40 b	1,04 ± 0,28 ab	1,50 ± 0,50 b	1,88 ± 0,14 b
CV (%)	29,35	45,69	36,74	38,65

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan 5%, dados originais transformados por $\sqrt{x+0,5}$

De maneira geral, recomenda-se que as amostragens das populações de *M. fimbriolata* sejam efetuadas no início das primeiras chuvas do mês de setembro (ALMEIDA *et al.*, 2007). As áreas com histórico de elevadas infestações de *M. fimbriolata* devem ser priorizadas nos programas de monitoramento desta praga. Além disso, o momento de aplicação dos produtos fitossanitários deve ser sincronizado com o final de ciclo da geração de cigarrinha e nas condições já citadas neste trabalho.

Dessa forma, as possibilidades de reaplicação de inseticidas biológicos e químicos serão menores, pois, os ovos viáveis da área em que será efetuado o controle já obtiveram condições favoráveis para que as ninfas eclodissem e o potencial biótico deste local em proporcionar novas gerações da praga será menor.

CONCLUSÕES

O monitoramento das ninfas pequenas, médias, grandes e adultos de *M. fimbriolata* pode aprimorar o momento de aplicação de inseticidas químicos e biológicos para o controle da cigarrinha-da-raiz.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). A Usina Monte Verde Agro Energética S.A. (Bunge®) e ao engenheiro agrônomo Antônio Higino Frederico Pereira. A empresa Biotech Controle Biológico Ltda®, ao diretor Abel Ferreira da Rocha Neto e ao Engenheiro agrônomo Caê Alonso Ramos pelo auxílio técnico/científico nesta nova proposta de amostragem.

REFERÊNCIAS

- ABBOTT, W.S.A. A Method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, Lanham, v.18, n.3, p.265-266, 1925.
- ALMEIDA, J.E.M.; BATISTA FILHO, A.; SANTOS, A.S. Avaliação do controle biológico de *Mahanarva fimbriolata* (Hemiptera: Cercopidae) com o fungo *Metarhizium anisopliae* em variedades de cana-de-açúcar e diferentes épocas de corte. *Arquivos do Instituto Biológico*, São Paulo, v.70, n.1, p.101-103, 2003.
- ALMEIDA, J.E.M.; BATISTA FILHO, A.; DA COSTA, E.A.D. Efeito de adjuvantes em associação com Thiamethoxam 250 WG e *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin no controle de cigarrinha-da-raiz da cana-de-açúcar *Mahanarva fimbriolata* (Stal, 1854) (Hemiptera: Cercopidae). *Arquivos do Instituto Biológico*, São Paulo, v.74, n.2, p.135-140, 2007.
- ALVES, S.B. Fungos entomopatogênicos. (Ed.). In: *Controle microbiano de insetos*. Piracicaba: FEALQ, 1998. cap. 11, p.289-381.
- BARBOSA, R.H.; KASSAB, S.O.; FONSECA, P.R.B.; ROSSONI, C.; SILVA, A.S. Associação de *Metarhizium anisopliae* (Hyp.: Clavicipitaceae) e thiamethoxam para o controle da cigarrinha-das-raízes em cana-de-açúcar. *Ensaios e Ciência*, v. 15, n.5, p. 41-51, 2011.

- 219 DINARDO-MIRANDA, L.L.; FIGUEIREDO, P.; LANDELL, M.G.A.; FERREIRA,
220 J.M.G.; CARVALHO, P.A.M. Estimativa de danos causados pelas cigarrinhas das
221 raízes (*Mahanarva fimbriolata*) a diversos genótipos de cana-de-açúcar. *STAB: Açúcar,*
222 *Álcool e Subprodutos*, Piracicaba, v.17, n.5, p.48-52, 1999.
- 223 DINARDO-MIRANDA, L.L.; FERREIRA, J.M.G.; CARVALHO, P.A.M. Influência
224 das cigarrinhas das raízes, *Mahanarva fimbriolata*, sobre a qualidade tecnológica da
225 cana-de-açúcar. *STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos*, Piracicaba, v.19, n.3, p.34-35,
226 2000.
- 227 DINARDO-MIRANDA, L.L.; GARCIA, V.; PARAZZI, V.J. Efeito de inseticidas no
228 controle de *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae) e de nematóides
229 fitoparasitos na qualidade tecnológica e na produtividade da cana-de-açúcar.
230 *Neotropical Entomology*, Londrina, v.31, n.4, p.609-614, 2002.
- 231 DINARDO-MIRANDA, L.L.; NAKAMURA, G.; ZOTARELLI, L.; BRAZ, B.A.;
232 EUZÉBIO, O. Viabilidade técnica e econômica de Actara 250 WG, aplicado em
233 diversas doses, no controle de cigarrinha-das-raízes. *STAB: Açúcar, Álcool e*
234 *Subprodutos*, Piracicaba, v.22, n.1, p.39-43, 2003.
- 235 DINARDO-MIRANDA, L.L.; COELHO, A.L.; FERREIRA, J.M.G. Influência da
236 Época de Aplicação de Inseticidas no Controle de *Mahanarva fimbriolata* (Stål)
237 (Hemiptera: Cercopidae), na Qualidade e na Produtividade da Cana-de-açúcar.
238 *Neotropical Entomology*, Londrina, v.33, n.1, p.91-98, 2004.
- 239 DINARDO-MIRANDA, L.L.; GIL, M.A. Estimativa do nível de dano econômico de
240 *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae) em cana-de-açúcar. *Bragantia*,
241 Piracicaba, v.66, n.1, p.81-88, 2007.
- 242 GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S. CARVALHO, R.P.L.; BAPTISTA,
243 G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.;

- 244 VENDRAMIM, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. Manual de
245 entomologia agrícola. Piracicaba: Fealq. 2002. 920p.
- 246 LOUREIRO, E.S.; BATISTA FILHO A.; ALMEIDA, J.E.M.; PESSOA, L.G.A.
247 Seleção de isolados de *Metarhizium anisopliae* (Metch.) Sorok. contra a cigarrinha da
248 raiz da cana-de-açúcar *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae) em
249 laboratório. *Neotropical Entomology*, Londrina, v.34, n.5, p.791-798, 2005.
- 250 MADALENO, L.L.; RAVANELI, G.R.; PRESOTTI, L.E.; MUTTON, M.A.;
251 FERNANDES, O.A.; MUTTON, M.J.R. Influence of *Mahanarva fimbriolata* (Stål)
252 (Hemiptera: Cercopidae) Injury on the Quality of Cane Juice. *Neotropical Entomology*,
253 Londrina, v.37, n.1, p.068-073, 2008.
- 254 MENDONÇA, A.F. (Ed.). *Cigarrinhas da cana-de-açúcar: Controle biológico*.
255 Maceió: Insecta, 2005, 317 p.
- 256 UNIÃO DOS PRODUTORES DE BIOENERGIA (UDOP).
257 <http://www.udop.com.br/index.php?item=caracteristicas>. Acesso em: 31 de out. 2013.

CAPÍTULO II

CONTROLE DE *MAHANARVA FIMBRIOLATA* (HEMIPTERA: CERCOPIDAE)
COM *METARHIZIUM ANISOPLIAE* (HYPOCREALES: CLAVICIPITACEAE) E
INSETICIDAS UTILIZANDO DUAS METODOLOGIAS DE AMOSTRAGEM

Artigo científico adequado às normas do periódico “The Florida Entomologist”

Título reduzido: Kassab et al.: Controle de *M. fimbriolata* com duas metodologias de amostragem

Por favor, correspondência para:

MSc. Samir Oliveira Kassab

Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais

Universidade Federal da Grande Dourados

79804-970, Dourados, Mato Grosso do Sul.

e-mail: samirkassab@gmail.com

CONTROLE DE *MAHANARVA FIMBRIOLATA* (HEMIPTERA: CERCOPIDAE)

COM *METARHIZIUM ANISOPLIAE* (HYPOCREALES: CLAVICIPITACEAE) E

INSETICIDAS UTILIZANDO DUAS METODOLOGIAS DE AMOSTRAGEM

SAMIR OLIVEIRA KASSAB¹, ELISÂNGELA DE SOUZA LOUREIRO², CAMILA

ROSSONI¹, FABRICIO FAGUNDES PEREIRA¹, THIAGO ALEXANDRE MOTA E

DANIELE PERASSA COSTA¹

¹Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande

Dourados, 79.804-970, Mato Grosso do Sul, Brasil.

²Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Chapadão do Sul, 79.560-000, Mato

Grosso do Sul, Brasil.

Autor de correspondência; e-mail: samirkassab@gmail.com

RESUMO

A amostragem de *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae) tem por objetivo estimar o nível populacional e o momento ideal para o controle da cigarrinha em cana-de-açúcar. Assim, este estudo foi realizado para determinar o custo e a eficiência do fungo entomopatogênico *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin (Hypocreales: Clavicipitaceae) e inseticidas para o controle de *M. fimbriolata* utilizando duas técnicas de amostragem. Os experimentos foram realizados entre novembro 2012 e abril 2013, em canavial de propriedade da Usina Energética Santa Helena Ltda., em Nova Andradina, Mato Grosso do Sul. Em cada experimento, os tratamentos foram representados pela testemunha (não tratada), Actara 250 WG[®] (Thiamethoxan - 250 g ha⁻¹), Evidence 700 WG[®] (Imidacloprido - 700 g ha⁻¹), Biometha WP Plus[®] (isolado PL 43 de *M. anisopliae* - $2,0 \times 10^{12}$ con ha⁻¹), Metarril WP[®] (isolado ESALQ E9 de *M. anisopliae* - $2,1 \times 10^{12}$ con ha⁻¹) e Metiê WP[®] (isolado IBCB 425 de *M. anisopliae* - $1,4 \times 10^{12}$ con ha⁻¹), ambos nas dosagens recomendadas pelos fabricantes. No primeiro experimento, as ninfas e adultos de *M. fimbriolata* foram monitorados, segundo a amostragem convencional. No segundo experimento, as ninfas amostradas foram separadas em pequenas, médias, grandes e os adultos da cigarrinha, seguindo a nova proposta de amostragem de *M. fimbriolata*, com a finalidade de identificar o momento da aplicação dos produtos para o controle da cigarrinha. De maneira geral, o monitoramento de ninfas pequenas, médias, grandes e adultos de *M. fimbriolata* otimizou a eficiência de controle da cigarrinha. Assim, a utilização de *M. anisopliae* e inseticidas com monitoramento de ninfas pequenas, médias, grandes e adultos de *M. fimbriolata* foi o método mais adequado para controlar as populações de cigarrinha, proporcionando maior eficiência e menor custo de controle por hectare.

Palavras-chave: Cigarrinha, Controle biológico, Entomopatógenos, Monitoramento, Neonicotinóides.

ABSTRACT

The sampling of *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae) aims to estimate population level and ideal for spittlebug control in sugarcane. Thus, this study was conducted to determine the cost and efficiency of *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin (Hypocreales: Clavicipitaceae) and insecticides in the control of *M. fimbriolata* using two sampling techniques. The experiments were conducted between November 2012 and April 2013 in the sugarcane fields owned by Energética Santa Helena Ltda., a company in Nova Andradina, Mato Grosso do Sul. In each experiment, treatments were represented by the control (untreated), Actara 250 WG[®] (Thiamethoxan - 250 g ha⁻¹), Evidence 700 WG[®] (Imidacloprido - 700 g ha⁻¹), Biometha WP Plus[®] (isolated PL 43 from *M. anisopliae* - $2,0 \times 10^{12}$ con ha⁻¹), Metarril WP[®] (isolated ESALQ E9 from *M. anisopliae* - 2.1×10^{12} con ha⁻¹) and Metiê WP[®] (isolated IBCB 425 from *M. anisopliae* - 1.4×10^{12} con ha⁻¹), both the manufacturers recommended dosages. In the first experiment, nymphs and adults of *M. fimbriolata* were monitored according to conventional sampling. In the second experiment, the sampled nymphs were separated into small, medium, large and adult spittlebug, following the proposed new sampling *M. fimbriolata* in order to identify the timing of product application to control the spittlebug. In general, monitoring of small, medium, large and adult of *M. fimbriolata* nymphs optimized control efficiency of the spittlebug. Thus, the use of *M. anisopliae* and insecticides with monitoring of nymphs small, medium, large, and adults of *M. fimbriolata* were the most suitable to spittlebug populations control, providing greater efficiency and lower cost per hectare control method.

Key Words: Biological control, Entomopathogenous, Monitoring, Neonicotinoids, Spittlebug.

Mahanarva fimbriolata (Stål) (Hemiptera: Cercopidae) é uma das principais pragas da cana-de-açúcar e as injúrias causadas acarretam em prejuízos expressivos para a cultura (Almeida et al. 2002; Dinardo-Miranda et al. 2002; 2007; 2008; Madaleno et al. 2008; Tiago et al. 2011; Carvalho et al. 2011; Korndörfer et al. 2011). As ninfas de *M. fimbriolata*, ao se alimentarem nas raízes, comprometem o transporte de água e nutrientes para os pontos de crescimento aéreo da planta e os adultos injetam toxinas no terço superior da cana-de-açúcar, causando o sintoma de “queima” das folhas (Dinardo-Miranda et al. 2004 ab; Garcia et al. 2011).

Inseticidas químicos são comumente utilizados para o controle de *M. fimbriolata*. Contudo, ocorrência natural do fungo *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin (Hypocreales: Clavicipitaceae), parasitando a cigarrinha em canaviais do Brasil, é comum e incentiva o uso desse agente de controle biológico em áreas infestadas pela praga (Dinardo-Miranda et al. 2004ab; Loureiro et al. 2005; Cuarán et al. 2012).

O controle de *M. fimbriolata* inicia-se com o monitoramento da praga, após as primeiras chuvas da primavera (Almeida et al. 2007). O método convencional de amostragem, propõe o monitoramento de ninfas e adultos de *M. fimbriolata* em 3 pontos por hectare, em 2 metros lineares da linha de plantio de cana-de-açúcar (Dinardo-Miranda et al. 2007) e com periodicidade ideal a cada 15 dias (Mendonça 2005).

No entanto, a amostragem de ninfas e adultos pode dificultar a percepção do final de ciclo das gerações da cigarrinha-da-raiz, o que compromete o momento de controlar *M. fimbriolata*. Por isto, Kassab et al. (2012) sugeriram a alteração do método

de amostragem da *M. fimbriolata* com o monitoramento de ninfas pequenas (até 5 mm), médias (acima de 5mm-10 mm), grandes (acima de 10 mm) e adultos. Apesar disso, a nova proposta de amostragem de *M. fimbriolata* (Kassab et al. 2012) não foi comparada com o método convencional (Mendonça 2005; Dinardo-Miranda et al. 2007) e isto demonstra a importância de se conhecer a eficiência dos fungos entomopatogênicos e inseticidas no controle de *M. fimbriolata* com essas duas metodologias.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o custo e a eficiência de *M. anisopliae* e inseticidas no controle de *M. fimbriolata* utilizando duas metodologias de amostragem.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os experimentos foram desenvolvidos na Usina Energética Santa Helena Ltda. em Nova Andradina (MS) de novembro de 2012 a abril de 2013. A área experimental (Lat. 22°13'58"S, Long. 53°20'34"W e Alt. 380 m) estava sendo cultivada com cana-de-açúcar (variedade SP81-3250), a qual é susceptível a cigarrinha-da-raiz (Udop 2013) e o segundo corte havia sido efetuado em agosto de 2012. Além disso, as plantas da área experimental, não apresentavam falhas na brotação, tinham 2 meses de idade quando o experimento foi instalado.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso (DBC) com seis tratamentos e quatro repetições para os dois experimentos, ou seja, com a nova proposta e com a amostragem convencional de *M. fimbriolata*. As parcelas foram representadas por dez linhas de cana-de-açúcar espaçadas a 1,4 m entre elas e com 10 m de comprimento, totalizando 140 m².

Em cada experimento, os tratamentos foram representados pela testemunha (não tratada), Actara 250 WG[®] (Thiamethoxan - 250 g ha⁻¹), Evidence 700 WG[®]

(Imidacloprido - 700 g ha⁻¹), Biometha WP Plus[®] (isolado PL 43 de *M. anisopliae* - 2,0×10¹² con ha⁻¹), Metarril WP[®] (isolado ESALQ E9 de *M. anisopliae* - 2,1×10¹² con ha⁻¹) e Metiê WP[®] (isolado IBCB 425 de *M. anisopliae* - 1,4×10¹² con ha⁻¹), ambos nas dosagens recomendadas pelos fabricantes.

No primeiro experimento, com a amostragem convencional de *M. fimbriolata* foi realizado, semanalmente, o monitoramento de ninfas e adultos de *M. fimbriolata* (Mendonça 2005; Dinardo-Miranda et al. 2007). A primeira aplicação dos produtos para o controle de *M. fimbriolata* foi ao dia 23/11/2012 e a segunda em 15/01/2013, ambas, quando atingido o nível de controle de *M. fimbriolata* (Mendonça 2005). Para a instalação do experimento com a nova proposta de amostragem (segundo experimento) foram realizadas, semanalmente, a amostragem de ninfas pequenas, médias, grandes e adultos de *M. fimbriolata* (Kassab et al. 2012) e as aplicações dos produtos para o controle da praga ocorreram no dia 15/01/2013.

Os produtos foram aplicados com pulverizadores costais distintos e calibrados para a vazão de 150 L ha⁻¹. A pulverização foi direcionada para a base da soqueira para que 30% do volume atingissem os colmos e 70% as raízes das plantas de cana-de-açúcar (Loureiro et al. 2012). O agente tensoativo Tween[®] (Polisorbato 80 a 0,01%) foi utilizado nos tratamentos com as suspensões fúngicas.

Ninfas de *M. fimbriolata* foram amostradas, quinzenalmente, até os 60 dias após o tratamento (DAT) (Mendonça 2005) em dois metros lineares do sulco de plantio de cana-de-açúcar, nos experimentos com as duas metodologias de amostragens. As ninfas de *M. fimbriolata* presentes nos internódios basais das plantas de cana-de-açúcar foram contadas após a retirada da palha residual da colheita da linha de plantio.

As condições climáticas (temperatura média, umidade relativa e precipitação pluviométrica) foram caracterizadas com os dados do Inmet (Instituto Nacional de

Meteorologia) (Fig. 1) para se estabelecer a relação entre a infestação de *M. fimbriolata* e os fatores abióticos. O valor do Açúcar Total Recuperável (ATR) (Landell et al. 1999) foi obtido de colmos de cana-de-açúcar retirados, aleatoriamente, das unidades amostrais em 15/04/2013. O valor da tonelada por hectare (ha) [ATR x cotação do ATR], a estimativa de produção por ha [68 toneladas (produtividade de Mato Grosso do Sul (Unica 2013) x valor da tonelada por ha], custo com manutenção do canavial sem produto e aplicação para o controle de *M. fimbriolata* (Udop 2013), custo com o controle (produto e aplicação) e lucro por ha (estimativa de produção por ha - custo de manutenção do canavial) foram calculados para os dois experimentos. Os valores dos serviços de terceiros, aquisição de produtos para a reforma do canavial e controle de *M. fimbriolata* foram obtidos de empresas de consultoria agrícola e da base de dados da Udop (2013) (Tabela 01).

Os dados populacionais de ninfas de *M. fimbriolata*, de 23/11/2012 à 15/01/2013, foram submetidos à análise de variância e, as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Além disso, a eficiência de controle dos tratamentos foi calculada através da fórmula de Abbott (Abbott 1925) e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. As médias de ninfas de *M. fimbriolata* e eficiência de controle (Abbott 1925), após o tratamento de 15/01/2013 nos experimentos com as duas metodologias de amostragem, foram comparadas pela análise de variância (ANOVA-TESTE F) a 5 % probabilidade, pois o Teste F é conclusivo.

RESULTADOS

Experimento com amostragem convencional: 23/11/2012 à 15/01/2013

O número de ninfas e a eficiência de controle de *M. fimbriolata* por tratamento não diferiram nas avaliações de 15 DAT, 30 DAT e 45 DAT (Tabela 02; Fig. 2 A, B e

C). Aos 60 DAT, os tratamentos com o fungo *M. anisopliae* não diferiram entre si e as infestações de ninfas de *M. fimbriolata* foram de $6,50 \pm 1,75$, $8,25 \pm 1,86$ e $9,00 \pm 2,04$ com os produtos Metiê WP[®], Biometha WP Plus[®] e Metarril WP[®], respectivamente (Tabela 02). Além disso, aos 60 DAT, a eficiência de controle de ninfas de *M. fimbriolata* foi semelhante entre os tratamentos com produtos Biometha WP Plus[®], Metarril WP[®] e Metiê WP[®] com valores de $33,75 \pm 13,34$, $38,75 \pm 11,55$ e $44,00 \pm 14,47$ (Fig. 2 D). Aos 60 DAT, os inseticidas Evidence 700 WG[®] e Actara 250 WG[®] obtiveram as maiores eficiências e menores infestações de ninfas de *M. fimbriolata* (Fig. 2 D).

Amostragem convencional x novo método de amostragem: 15/01/2013 à 17/03/2013

O número e a eficiência de controle de ninfas de *M. fimbriolata* não diferiram entre os tratamentos aos 15 e 30 DAT (Tabela 03; Fig. 3 A e B). Aos 45 e 60 DAT, todos os tratamentos com o novo método de amostragem apresentaram as menores infestações de *M. fimbriolata* (Tabela 03). As eficiências de controle nos tratamentos com o novo método de amostragem foram maiores quando comparadas com o método convencional (Fig. 3 C e D). O inseticida Evidence 700 WG[®] e o produto Metiê WP[®] obtiveram as maiores eficiências de controle de ninfas de *M. fimbriolata* aos 45 e 60 DAT (Fig. 3 C e D). Além disso, houve aumento no número de ninfas de *M. fimbriolata* parasitadas pelo fungo *M. anisopliae*, aos 45 e 60 DAT (Fig. 4).

Os valores do açúcar total recuperável (ATR), valor pago pela tonelada e lucro por ha foram maiores em todos os tratamentos com o novo método de amostragem (Tabela 04). Os valores de aquisição e aplicação dos produtos nos tratamentos com o método convencional foram maiores em relação à nova proposta de amostragem, pois, foram efetuadas duas aplicações dos produtos químicos e bioinseticidas para o controle de *M. fimbriolata* e por isto, os menores lucros foram obtidos com a metodologia convencional (Tabela 04).

DISCUSSÃO

Experimento com amostragem convencional: 23/11/2012 à 15/01/2013

A menor variação no número de ninfas de *M. fimbriolata* com a amostragem convencional, aos 15 DAT, 30 DAT e 45 DAT pode estar relacionado ao método de amostragem empregado para o controle da cigarrinha. Neste método, as aplicações de *M. anisopliae* e inseticidas ocorrem no início de ciclo da primeira geração de cigarrinhas, ou seja, mês de setembro/outubro (Mendonça 2005). Neste período, a maioria dos ovos diapáusicos de *M. fimbriolata* não eclodiram e o maior volume e regularidade da precipitação pluviométrica dos meses de novembro e dezembro, aumenta a possibilidade reaplicação de produtos para o controle dessa praga (Kassab et al. 2012).

Aos 60 DAT, as menores infestações de ninfas de *M. fimbriolata* com os inseticidas Imidacloprido e Thiamethoxan demonstram que o modo de ação dos produtos pode ter contribuído para a maior eficiência de controle da cigarrinha (Barbosa et al. 2011). A molécula química apresenta maior efeito residual que os fungos entomopatogênicos, ou seja, caso o inseticida seja aplicado em menores infestações de *M. fimbriolata*, existe a possibilidade desse produto, permanecer na cultura e controlar a próxima geração da praga (Dinardo-Miranda et al. 2004a). Por outro lado, os conídios de fungos entomopatogênicos perdem viabilidade em 2 dias após a aplicação, devido a radiação ultravioleta (UV) (Rangel et al. 2006; Loong et al. 2013) e isto pode ter influenciado na menor eficiência, obtida nos tratamentos com isolados de *M. anisopliae*.

O número de ninfas de *M. fimbriolata* parasitadas por *M. anisopliae* foi menor no experimento com o método convencional de amostragem e isto pode ser explicado pelo momento de aplicação dos tratamentos. O método de amostragem convencional

não leva em consideração o potencial biótico da área (Kassab et al. 2012) e a aplicação de inseticidas e/ou bioinseticidas para o controle de *M. fimbriolata* ocorre em densidades baixas ninfas por metro linear de cultivo de cana-de-açúcar (Mendonça 2005, Dinardo-Miranda et al. 2008). Dessa forma, se nos dias posteriores a 1^a aplicação para o controle da cigarrinha-da-raiz, a temperatura e a umidade for favoráveis ao desenvolvimento de ninfas de *M. fimbriolata* (Freire et al. 1968), novas aplicações de inseticidas biológicos e químicos serão necessárias. Como foi observado, neste experimento, com 1^a aplicação para o controle de *M. fimbriolata* no dia 23/11/2013 e a 2^a aplicação em 15/01/2013.

Amostragem convencional x novo método de amostragem: 15/01/2013 à 17/03/2013

O número de ninfas de *M. fimbriolata* não diferiu entre tratamentos dos dois métodos de amostragem, aos 15 e 30 DAT, o que comprova o modo de ação lento dos fungos entomopatogênicos quando comparado aos inseticidas químicos (Dinardo-Miranda et al. 2004a; Loureiro et al. 2012; Tiago et al. 2011). Por outro lado, os tratamentos com o novo método de amostragem apresentaram as menores infestações de ninfas de *M. fimbriolata* e maiores eficiências de *M. anisopliae*, aos 45 e 60 DAT. O inseticida Imidacloprido e o fungo *M. anisopliae* (Metiê WP[®]) obtiveram as maiores eficiências de controle. Esse resultado já era esperado, pois, aplicações tardias de inseticidas para o controle de *M. fimbriolata*, reduziram as infestações da cigarrinha e aumentaram a produtividade da cana-de-açúcar (Dinardo-Miranda et al. 2004a; Madaleno et al. 2008, Kassab et al. 2012). Por outro lado, como a aplicação ocorreu no final de ciclo de geração de *M. fimbriolata*, uma das possibilidades que podem ter ocorrido é que a maioria dos ovos normais e diapáusicos (viáveis), dessa praga, tiveram

condições para a eclosão de ninfas e isto pode ter proporcionado maior eficiência de controle (Kassab et al. 2012).

O número de ninfas de *M. fimbriolata* parasitadas por *M. anisopliae* foi maior com o aumento da precipitação pluviométrica (mm), temperatura (°C) e umidade relativa do ar (Fig. 1). Isto pode ser explicado, pelo modo de ação dos fungos entomopatogênicos que são dependentes de fatores climáticos para o desenvolvimento desse inimigo natural (Almeida et al., 2007). Por outro lado, os fungos entomopatogênicos apresentam capacidade de aumento da densidade do patógeno pela transmissão horizontal dos conídios na cultura e há repetições do ciclo da doença na população hospedeira (praga) (Bruck 2005; 2007). Além disso, o aumento da densidade do patógeno, na cultura, controla naturalmente as gerações posteriores da praga, diminuindo assim o número de indivíduos (Guerrero-Guerra et al. 2013; Hayashida et al. 2014).

O valor do açúcar total recuperável (ATR), preço pago pela tonelada e lucro por ha foram maiores em todos os tratamentos com o novo método de amostragem. Além disso, os produtos Metarril WP® e Metiê WP® proporcionaram maior valor do ATR e isto pode ser explicado pela capacidade do fungo entomopatogênico *M. anisopliae* em disponibilizar o nitrogênio dos insetos parasitados para o solo e, conseqüentemente, esse nutriente é absorvido pela planta (Behie et al. 2012). Por outro lado, a idade da planta pode, também, influenciar a produtividade da cana-de-açúcar (Dinardo-Miranda et al. 2008). Dessa forma, as plantas em estágio fenológico mais avançado podem apresentar maior rendimento do ATR. Neste trabalho, o teste para identificar o valor do ATR foi efetuado em plantas com oito meses de idade e o açúcar total recuperável poderia ter sido aumentado caso a avaliação fosse efetuada em plantas com maior idade.

Dessa forma, o monitoramento de ninfas pequenas, médias, grandes e adultos da cigarrinha-da-raiz pode otimizar o momento de aplicação e aumentar a eficiência de inseticidas e entomopatógenos empregados no controle de *M. fimbriolata*. Além disso, recomendamos que o monitoramento das populações de *M. fimbriolata* seja efetuado no início das primeiras chuvas, ou seja, após o período de diapausa dos ovos da cigarrinha-da-raiz. As áreas com histórico de elevadas infestações de *M. fimbriolata* devem ser priorizadas nos programas de monitoramento da praga e o momento de aplicação dos inseticidas e/ou bioinseticidas deve ser sincronizado com o final do ciclo da cigarrinha. Dessa forma, a possibilidade de reaplicação de inseticidas biológicos e químicos para o controle de *M. fimbriolata* será menor.

AGRADECIMENTOS

As instituições brasileiras “Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)”. A usina Energética Santa Helena Ltda. e aos engenheiros agrônomos Adriano Secundo da Silva e Natalia Cobianchi da Costa.

REFERÊNCIAS

- ABBOTT, W. S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Entomol. 18: 265-266.
- ALMEIDA, J. E. M., BATISTA FILHO, A., E SANTOS, A. S. 2002. Controle da cigarrinha-da-raiz da cana-de-açúcar *Mahanarva fimbriolata* com o fungo entomopatogênico *Metarhizium anisopliae*. Stab. Açúcar, Álcool e Sub. 21: 84-

89.

ALMEIDA, J. E. M., BATISTA FILHO, A., E DA COSTA, E. A. D. 2007. Efeito de adjuvantes em associação com Thiamethoxam 250 WG e *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin no controle de cigarrinha-da-raiz da cana-de-açúcar *Mahanarva fimbriolata* (Stal, 1854) (Hemiptera: Cercopidae). Arq. Inst. Biol. 74: 135-140.

BARBOSA, R. H., KASSAB, S. O., FONSECA, P. R. B., ROSSONI, C., E SILVA, A. S. 2011. Associação de *Metarhizium anisopliae* (Hyp.: Clavicipitaceae) e thiamethoxam para o controle da cigarrinha-das-raízes em cana-de-açúcar. Ens. Cienc. 15: 41-51.

BEHIE, S. W., ZELISKO, P. M., E BIDOCHKA, M. J. 2012. Endophytic Insect-parasitic fungi translocate nitrogen directly from insects to plants. Science. 336: 1576-1577.

BRUCK, D. J. 2005. Ecology of *Metarhizium anisopliae* in soilless potting media and the rhizosphere: implications for pest management. Biol. Control 32: 155-163.

BRUCK, D. J., E DONAHU, K. M. 2007. Persistence of *Metarhizium anisopliae* incorporated into soilless potting media for control of the black vine weevil, *Otiorhynchus sulcatus* in container-grown ornamentals. J. Invert. Pathol. 95: 146-150.

CARVALHO, L. W. T., BROGLIO-MICHELETTI, S. M. F., CARVALHO, L. H. T., DIAS, N. S., E GIRÓN-PÉREZ, K. 2011. Incidência de *Mahanarva fimbriolata* después de aplicaciones de *Metarhizium anisopliae* e Imidacloprid en caña de azúcar. Caatinga. 24: 20-26.

CUARÁN, V. L., VALDERRAMA, U. C., PARDEY, A. E. B., COBO, N. C. M., SÁNCHEZ, G. D. R., GIL, C. A. M., E LAVERDE, L. A. G. 2012. Método para

- 329 evaluar el daño de los salivazos (Hemiptera: Cercopidae) sobre caña de
330 azúcar *Saccharum* spp. Rev. Colomb. Entomol. 38: 171-176.
- 331 DINARDO-MIRANDA, L. L., GARCIA, V., E PARAZZI, V. J. 2002. Efeito de
332 inseticidas no controle de *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera:
333 Cercopidae) e de nematóides fitoparasitos na qualidade tecnológica e na
334 produtividade da cana-de-açúcar. Neotrop. Entomol. 31: 609-614.
- 335 DINARDO-MIRANDA, L. L., COELHO, A. L., E FERREIRA, J. M. G. 2004a.
336 Influência da época de aplicação de inseticidas no controle de *Mahanarva*
337 *fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae) na qualidade e produtividade da
338 cana-de-açúcar. Neotrop. Entomol. 33: 91-98.
- 339 DINARDO-MIRANDA, L. L., VASCONCELOS, A. C. M., FERREIRA, J. M. G.,
340 GARCIA, C. A., COELHO, A. L., E GIL, M. A. 2004b. Eficiência de
341 *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) no controle de *Mahanarva fimbriolata* (Stål)
342 (Hemiptera: Cercopidae) em cana-de-açúcar. Neotrop. Entomol. 33: 743-749.
- 343 DINARDO-MIRANDA, L. L., E GIL, M. A. 2007. Estimativa do nível de dano
344 econômico de *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae) em cana-
345 de-açúcar. Bragantia. 66: 81-88.
- 346 DINARDO-MIRANDA, L. L., PIVETTA, J. P., E FRACASSO, J. V. 2008. Economic
347 injury level for sugarcane caused by the spittlebug. Sci. Agric. 65: 16-24.
- 348 FREIRE, A. M., SOUTO, C. E. R., E MARQUES, E. J. 1968. Combate biológico das
349 cigarrinhas da cana-de-açúcar. Brasil Açucareiro 71: 41-44.
- 350 GARCIA, J. F., PRADO, S. S., VENDRAMIM, J. D., E BOTELHO, P. S. M. 2011.
351 Effect of sugarcane varieties on the development of *Mahanarva fimbriolata*
352 (Hemiptera: Cercopidae). Rev. Colombiana Entomol. 37:16-20.
- 353 GUERRERO-GUERRA, C., REYES-MONTES, M. D., TORIELLO, C.,

HERNANDEZ-VELAZQUEZ, V., SANTIAGO-LOPEZ, I., MORA-PALOMINO, L., CALDERON-SEGURA, M. E., FERNANDEZ, S. D., E CALDERON-EZQUERRO, C. 2013. Study of the persistence and viability of *Metarhizium acridum* in agriculture Mexico. *Aerobiologia* 29: 249-261.

HAYASHIDA, E. K., KASSAB, S. O., LOUREIRO, E. S., ROSSONI, C., BARBOSA, R. H., SILVA, A. S., E COSTA, D. C. Isolados de *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin (Hypocreales: Clavicipitaceae) para controle de *Diatraea saccharalis* Fabricius (Lepidoptera: Crambidae). *Entomobrasilis*. 7: 29-32.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes>. Acesso em: 28 de out. 2013.

KASSAB, S. O., LOUREIRO, E. S., FONSECA, P. R. B., BARBOSA, R. H, MOTA, T. A., E ROSSONI, C. 2012. Alteração no método de amostragem de *Mahanarva fimbriolata* (Stål, 1854) (Hem.: Cercopidae) e avaliação da eficiência de *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff, 1879) Sorokin, 1883 (Hyp.: Clavicipitaceae). *Arq. Inst. Biol.* 79: 621-625.

KORNDÖRFER, A. P., GRISOTO, E., E VENDRAMIM, J. 2011. Induction of insect plant resistance to the spittlebug *Mahanarva fimbriolata* Stål (Hemiptera: Cercopidae) in sugarcane by silicon application. *Neotrop. Entomol.* 40: 387-392.

LANDELL, M.G.A., VASCONCELOS, A.C.M., SILVA, M.A., PERECIN,D., CARVALHO, R.S.R., BARBOSA, V., E PENNA, M.J. 1999. Validação de métodos de amostragem para estimativa de produção de cana-de-açúcar, em áreas de colheita mecanizada. *Stab. Açúcar. Álcool*. Sub. 18: 48-51.

LOUREIRO, E. S., BATISTA FILHO A., ALMEIDA, J. E. M., E PESSOA, L. G. A. 2005. Seleção de isolados de *Metarhizium anisopliae* (Metch.) Sorok. contra a

- 379 cigarrinha da raiz da cana-de-açúcar *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera:
380 Cercopidae) em laboratório. Neotrop. Entomol. 34: 791-798.
- 381 LOUREIRO, E. S., BATISTA FILHO A., ALMEIDA, J. E. M., MENDES, J. M., E
382 PESSOA, L. G. 2012. Eficiência de isolados de *Metarhizium anisopliae*
383 (Metsch.) Sorok. no controle da cigarrinha-da-raiz da cana-de-açúcar,
384 *Mahanarva fimbriolata* (Stal, 1854) (Hemiptera: Cercopidae), em condições de
385 campo. Arq. Inst. Biol. 79: 47-53.
- 386 LOONG, C. Y., SAJAP, A. S., NOOR, H. M., OMAR, D., E ABOOD, F. Effects of
387 UV-B and solar radiation on the efficacy of *Isaria fumosorosea* and *Metarhizium*
388 *anisopliae* (Deuteromycetes: Hyphomycetes) for controlling bagworm, *Pteroma*
389 *pendula* (Lepidoptera: Psychidae). J. Entomol. 10: 53-65, 2013.
- 390 MADALENO, L. L., RAVANELI, G. R., PRESOTTI, L. E., MUTTON, M. A.,
391 FERNANDES, O. A., E MUTTON, M. J. R. 2008. Influence of *Mahanarva*
392 *fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae) Injury on the Quality of Cane Juice.
393 Neotrop. Entomol. 37: 068-073.
- 394 MENONÇA, A. F. 2005. Cigarrinhas da cana-de-açúcar: Controle biológico. Maceió:
395 Insecta Brasil. 317 pp.
- 396 RANGEL, D. E. N., ANDERSON, A. J., E ROBERTS, D. W. 2006. Growth of
397 *Metarhizium anisopliae* on non-preferred carbon sources yields conidia with
398 increased UV-B tolerance. J. Inver. Pathol. 93: 127-134.
- 399 TIAGO, P. V., SOUZA, H. M. L., MOYSÉS, J. B., OLIVEIRA, N. T., E LIMA, E. A.
400 L. A. 2011. Differential pathogenicity of *Metarhizium anisopliae* and the control
401 of the sugarcane root spittlebug *Mahanarva fimbriolata*. Brazilian Arch. Biol.
402 Technol. 54: 435-440.
- 403 UNIÃO DOS PRODUTORES DE BIOENERGIA (UDOP). www.udop.com.br. Acesso

em: 31 de out. 2013.

UNIÃO DOS PRODUTORES DE BIOENERGIA (UDOP).

<http://www.udop.com.br/index.php?item=caracteristicas>. Acesso em: 31 de out.

2013.

UNIÃO DA INDÚSTRIA DA CANA-DE-AÇÚCAR

(UNICA).<http://www.unicadata.com.br>. Acesso em: 31 de out. 2013.

TABELAS, FIGURAS E LEGENDAS

TABELA 01. DESCRIÇÃO DOS CUSTOS DE MANUTENÇÃO DO CANAVIAL
(CMC) POR HECTARE.

CMC	Valor (R\$)
Insumos agrícolas para os tratos culturais	1.283,47
Operações mecanizadas (aplicações)	139,88
Mão-de-obra	37,48
Despesas administrativas	49,85
Total	1.510,68

TABELA 02. INFESTAÇÃO DE NINFAS DE *MAHANARVA FIMBRIOLATA*
(HEMIPTERA: CERCOPIDAE) COM TRATAMENTO QUÍMICO E
BIOLÓGICO, DE ACORDO COM O MÉTODO CONVENCIONAL DE
AMOSTRAGEM DE 23/11/2013 À 15/01/2013.

Tratamentos	15 DAT	30 DAT	45 DAT	60 DAT
Testemunha (não tratada)	4,50±0,64 a	1,50±0,85 a	5,25±1,37 a	14,00±2,80 a
Actara 250 WG [®] (Thiamethoxan - 250 g ha ⁻¹)	1,50±1,19 b	1,25±0,47 a	1,50±0,28 b	2,50±1,55 b
Evidence 700 WG [®] (Imidacloprido - 700 g ha ⁻¹)	1,75±0,75 b	1,00±0,49 a	1,50±0,28 b	0,75±1,55 b
Biometha WP Plus [®] (isolado PL 43 de <i>M. anisopliae</i> - 2,0×10 ¹² con ha ⁻¹)	0,75±0,47 b	2,00±0,67 a	3,00±0,81 b	8,25±1,86 a
Metarril WP [®] (isolado ESALQ E9 de <i>M. anisopliae</i> - 2,1×10 ¹² con ha ⁻¹)	1,75±1,03 b	0,25±1,18 a	3,00±0,78 b	9,00±2,04 a
Metiê WP [®] (isolado IBCB 425 de <i>M. anisopliae</i> - 1,4×10 ¹² con ha ⁻¹)	1,50±0,85 b	2,00±1,02 a	1,75±0,75 b	6,50±1,75 a
CV	67,32	83,58	71,48	56,20

Médias seguidas de mesma letra, por coluna, foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade; CV– coeficiente de variação; DAT– dias após o tratamento.

442 TABELA 03. INFESTAÇÃO DE NINFAS DE *MAHANARVA FIMBRIOLATA*
 443 (HEMIPTERA: CERCOPIDAE) DE ACORDO COM OS MÉTODOS DE
 444 AMOSTRAGEM DE 15/01/2013 À 17/03/2013.

Tratamentos	15 DAT		30 DAT	
	AC	NPA	AC	NPA
Actara 250 WG [®] (Thiamethoxan - 250 g ha ⁻¹)	0,50±0,25 a	1,00±0,57 a	0,25±0,25 a	0,25±0,25 a
Evidence 700 WG [®] (Imidacloprido - 700 g ha ⁻¹)	0,50±0,50 a	0,50±0,28 a	0,00±0,00 a	0,75±0,47 a
Biometha WP Plus [®] (isolado PL 43 de <i>M. anisopliae</i> - 2,0×10 ¹² con ha ⁻¹)	1,50±3,71 a	2,50±1,04 a	3,00±0,43 a	2,25±0,94 a
Metarril WP [®] (isolado ESALQ E9 de <i>M. anisopliae</i> - 2,1×10 ¹² con ha ⁻¹)	1,25±0,47 a	2,25±0,71 a	1,50±1,19 a	1,50±0,64 a
Metiê WP [®] (isolado IBCB 425 de <i>M. anisopliae</i> - 1,4×10 ¹² con ha ⁻¹)	2,25±0,75 a	2,05±0,85 a	1,75±0,81 a	2,00±0,85 a
Tratamentos	45 DAT		60 DAT	
	AC	NPA	AC	NPA
Actara 250 WG [®] (Thiamethoxan - 250 g ha ⁻¹)	19,50±3,43 a	4,50±1,87 b	22,50±2,22 a	7,25±1,93 b
Evidence 700 WG [®] (Imidacloprido - 700 g ha ⁻¹)	15,00±0,50 a	3,75±2,49 b	23,75±2,27 a	9,25±0,85 b
Biometha WP Plus [®] (isolado PL 43 de <i>M. anisopliae</i> - 2,0×10 ¹² con ha ⁻¹)	14,25±2,09 a	4,25±2,78 b	22,00±2,31 a	11,50±1,47 b
Metarril WP [®] (isolado ESALQ E9 de <i>M. anisopliae</i> - 2,1×10 ¹² con ha ⁻¹)	13,25±1,75 a	5,50±1,32 b	28,50±3,12 a	10,25±1,08 b
Metiê WP [®] (isolado IBCB 425 de <i>M. anisopliae</i> - 1,4×10 ¹² con ha ⁻¹)	10,75±2,21 a	3,25±2,13 b	18,50±1,93 a	9,50±0,75 b

445 Médias seguidas pela mesma letra, em cada linha, foram comparadas pelo teste F a 5%;
 446 DAT– dias após o tratamento; AC – Amostragem convencional; NPA – Nova proposta
 447 de amostragem.
 448

449 TABELA 04. AÇÚCAR TOTAL RECUPERÁVEL (ATR), COTAÇÃO DO ATR (Cot. ATR), PREÇO DA TONELADA (Preço Ton.),
 450 PRODUÇÃO POR HECTARE (Est. Prod ha), CUSTO DE MANUTENÇÃO DO CANAVIAL (CMC), CUSTO COM O
 451 CONTROLE DE *MAHANARVA FIMBRIOLATA* (HEMIPTERA: CERCOPIDAE) (Cust. Contr.), LUCRO POR HECTARE (Luc. ha)
 452 NOS TRATAMENTOS QUÍMICOS E BIOLÓGICOS, DE ACORDO MÉTODO DE AMOSTRAGEM.

Amostragem convencional							
Tratamentos	ATR	Cot. ATR	Preço Ton.	Est. Prod ha	CMC	Cust. Contr.	Luc. ha
Actara 250 WG [®] (Thiamethoxan - 250 g ha ⁻¹)	88	0,46	40,48	2.752,64	1.510,68	253,00	988,96
Evidence 700 WG [®] (Imidacloprido - 700 g ha ⁻¹)	90,72	0,46	41,73	2.837,72	1.510,68	137,50	1189,54
Biometha WP Plus [®] (isolado PL 43 de <i>M. anisopliae</i> - 2,0×10 ¹² con ha ⁻¹)	85,02	0,46	39,11	2.659,43	1.510,68	160,00	988,75
Metarril WP [®] (isolado ESALQ E9 de <i>M. anisopliae</i> - 2,1×10 ¹² con ha ⁻¹)	89,8	0,46	41,31	2.808,94	1.510,68	146,00	1.152,26
Metiê WP [®] (isolado IBCB 425 de <i>M. anisopliae</i> - 1,4×10 ¹² con ha ⁻¹)	91,32	0,46	42,01	2.856,49	1.510,68	140,00	1.205,81
Nova proposta de amostragem							
Tratamentos	ATR	Cot. ATR	Preço Ton.	Est. Prod ha	CMC	Cust. Contr.	Luc. ha
Actara 250 WG [®] (Thiamethoxan - 250 g ha ⁻¹)	88	0,46	40,48	2.752,64	1.510,68	126,50	1.115,46
Evidence 700 WG [®] (Imidacloprido - 700 g ha ⁻¹)	94,57	0,46	43,50	2.958,15	1.510,68	68,50	1.378,97
Biometha WP Plus [®] (isolado PL 43 de <i>M. anisopliae</i> - 2,0×10 ¹² con ha ⁻¹)	90,31	0,46	41,54	2.824,90	1.510,68	80,00	1.234,22

Metarril WP [®] (isolado ESALQ E9 de <i>M. anisopliae</i> - $2,1 \times 10^{12}$ con ha ⁻¹)	96,16	0,46	44,23	3.007,88	1.510,68	73,00	1.424,20
Metiê WP [®] (isolado IBCB 425 de <i>M. anisopliae</i> - $1,4 \times 10^{12}$ con ha ⁻¹)	97,09	0,46	44,66	3.036,98	1.510,68	70,00	1.456,30

453 Idade das plantas= 8 meses; Cot. ATR- União dos Produtores de Bioenergia (UDOP); Preço Ton.= ATR x Cot. ATR; Est. Prod ha= Valor da
454 Ton. x 68 (média da produção de Mato Grosso do Sul); CMC= Custo com a manutenção do canavial sem produto e aplicação para o controle de
455 *M. fimbriolata*; Cust. Contr.= Produto e aplicação terrestre; Luc. ha= Est. Prod. ha - (CMC + Cust. Controle).

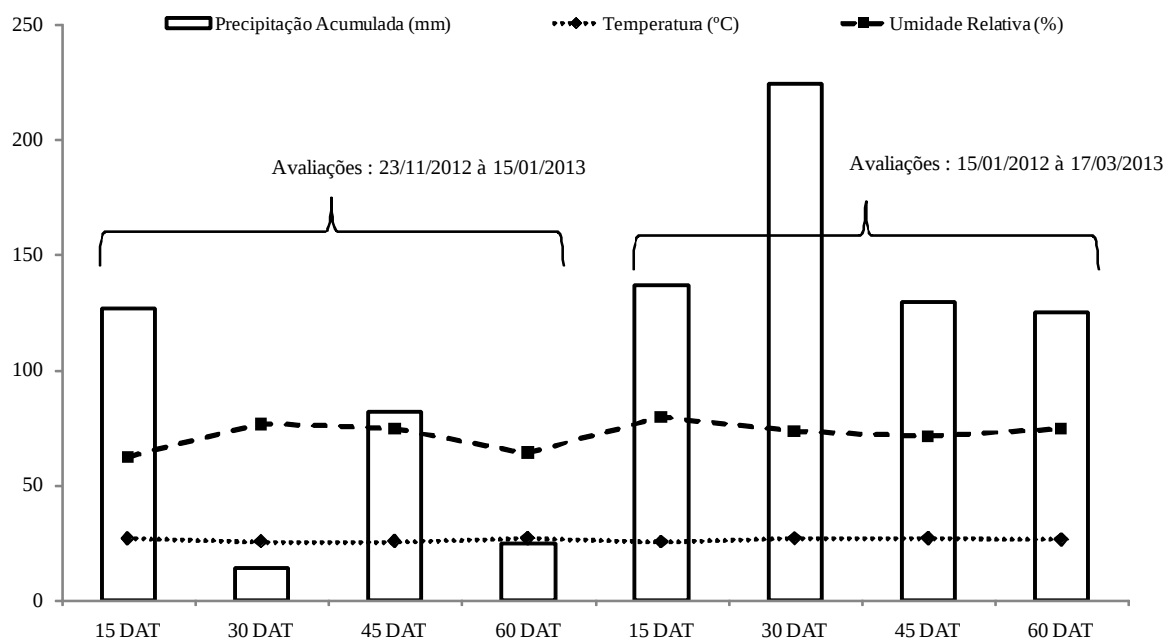
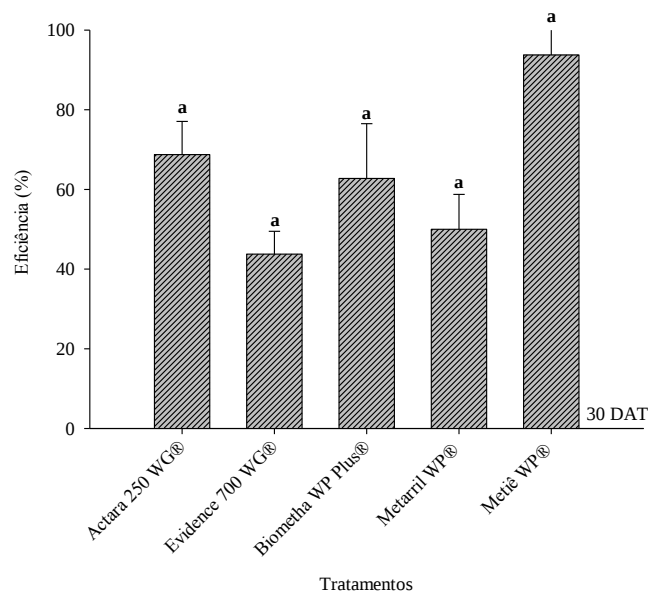
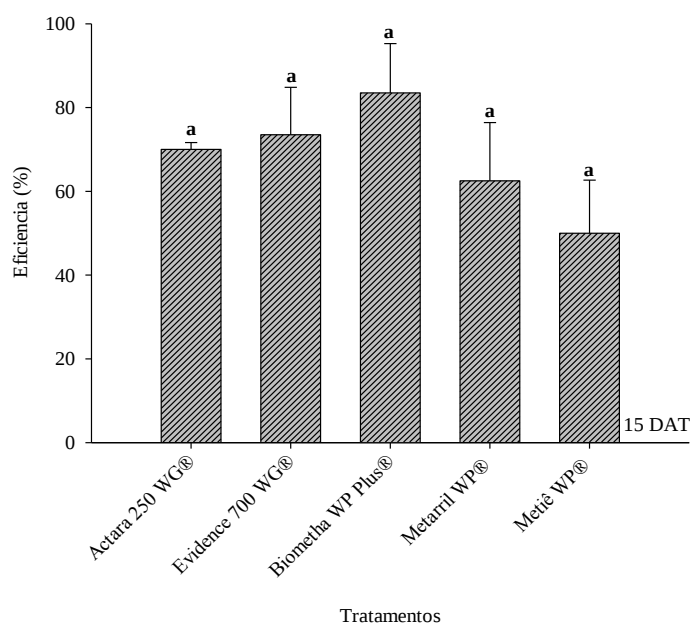


Fig. 1. Precipitação pluviométrica (mm), temperatura média (°C) e umidade relativa (%) na área experimental.

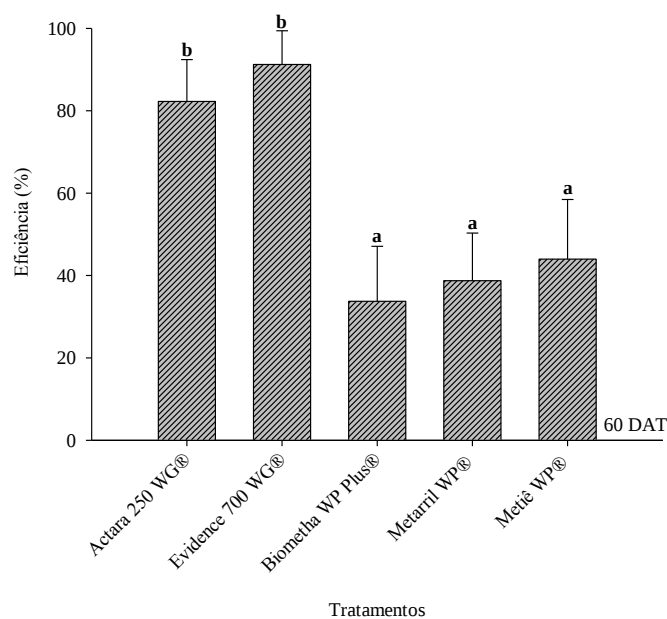
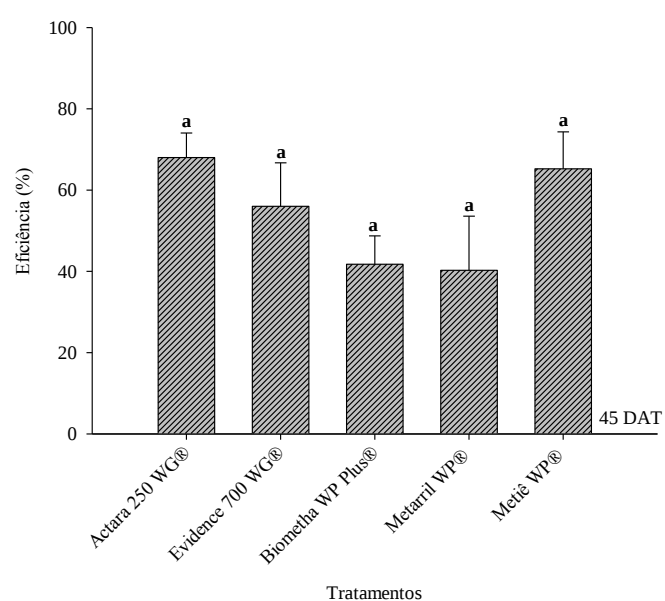
A

B



C

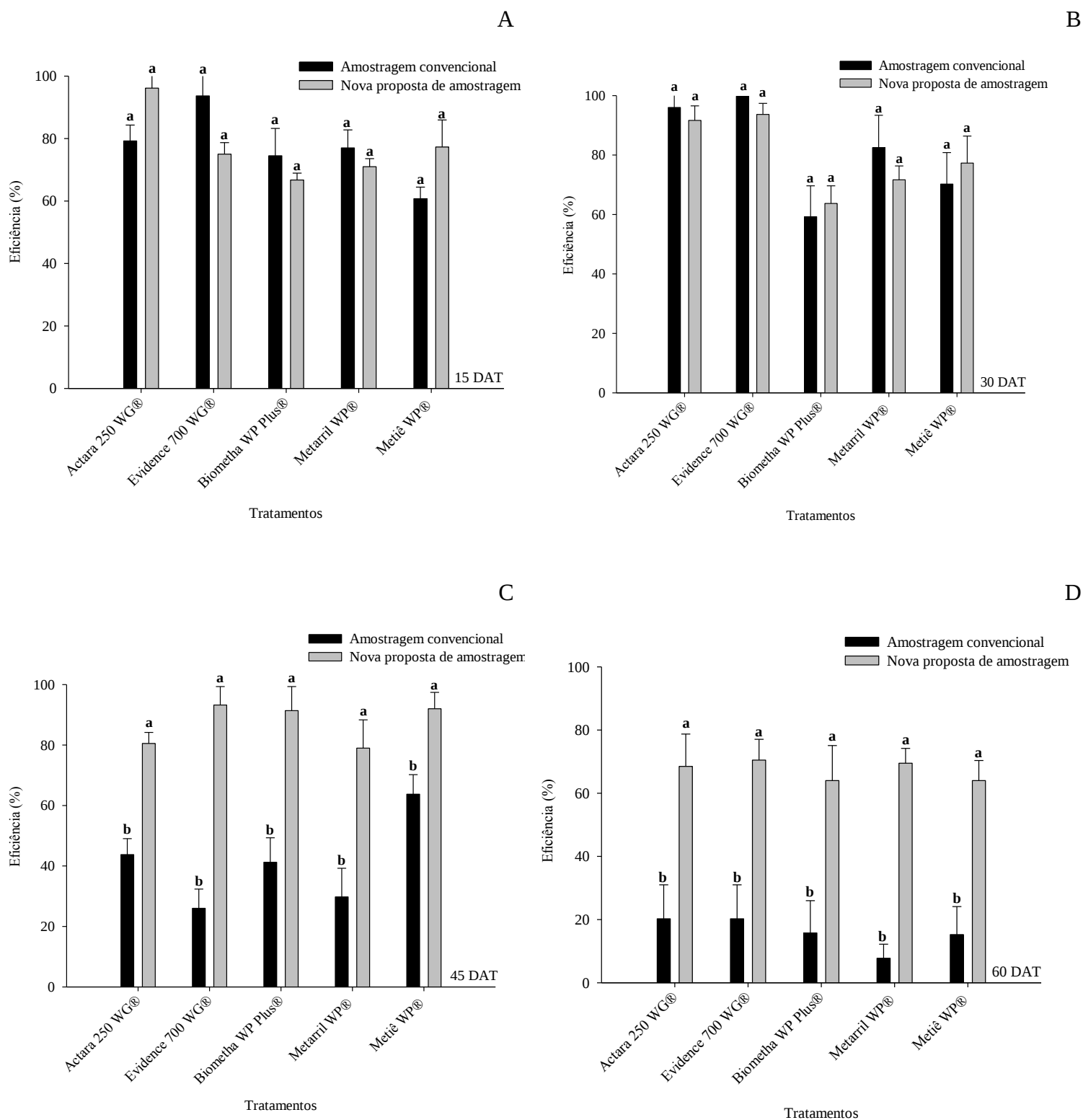
D



473 Médias seguidas de mesma letra, por coluna, foram comparadas pelo teste de Scott-
 474 Knott a 5% de probabilidade.

475

476 Fig. 2. Infestação de ninfas de *Mahanarva fimbriolata* (Hemiptera: Cercopidae) nos
 477 tratamentos químicos e biológicos de acordo com o método convencional de
 478 amostragem de 23/11/2013 à 15/01/2013.



479 Médias seguidas pela mesma letra, em cada barra, foram comparadas pelo teste F a 5%.

480 Fig. 3. Eficiência de controle de ninfas de *Mahanarva fimbriolata* (Hemiptera:

481 Cercopidae) de acordo com o método de amostragem de 15/01/2013 à 17/03/2013.

482

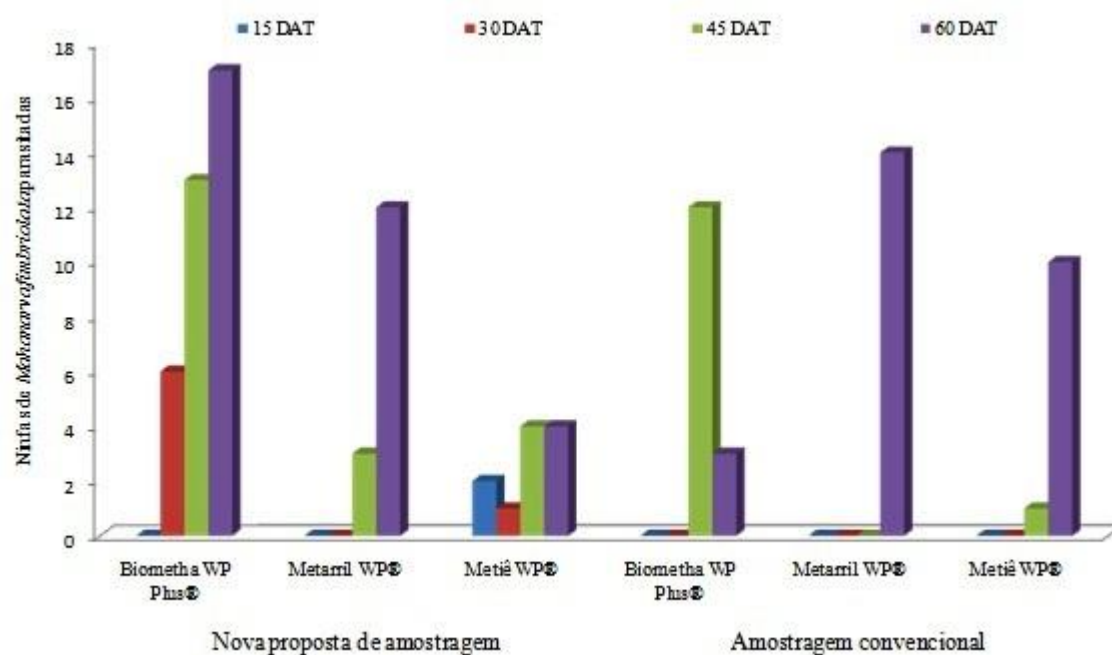


Fig. 4. Ninfas de *Mahanarva fimbriolata* (Hemiptera: Cercopidae) parasitadas por *Metarhizium anisopliae* (Hypocreales: Clavicipitaceae) de acordo com o método de amostragem de 15/01/2013 à 17/03/2013.

CAPÍTULO III

VIABILIDADE ECONÔMICA DA ASSOCIAÇÃO DE *METARHIZIUM ANISOPLIAE* (HYPOCREALES: CLAVICIPITACEAE) COM INSETICIDAS E SUA EFICIÊNCIA NO CONTROLE DE *MAHANARVA FIMBRIOLATA* (HEMIPTERA: CERCOPIDAE)

Artigo científico adequado as normas do periódico “The Florida Entomologist”

Título reduzido: Kassab et al.: Associação de *Metarhizium anisopliae* com inseticidas

Por favor, correspondência para:

MSc. Samir Oliveira Kassab
Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais
Universidade Federal da Grande Dourados
79.804-970, Dourados, Mato Grosso do Sul.
e-mail: samirkassab@gmail.com

VIABILIDADE ECONÔMICA DA ASSOCIAÇÃO DE *METARHIZIUM ANISOPLIAE*
(HYPOCREALES: CLAVICIPITACEAE) COM INSETICIDAS E SUA EFICIÊNCIA NO
CONTROLE DE *MAHANARVA FIMBRIOLATA* (HEMIPTERA: CERCOPIDAE)

SAMIR OLIVEIRA KASSAB¹, ELISÂNGELA DE SOUZA LOUREIRO², CAMILA
ROSSONI¹, FABRICIO FAGUNDES PEREIRA¹, ROGÉRIO HIDALGO BARBOSA¹,
DANIELE PERASSA COSTA³ E JOSÉ COLA ZANUNCIO⁴

¹Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande

Dourados, 79.804-970, Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil

²Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Chapadão do Sul, 79.560-000, Mato Grosso
do Sul, Brasil

³Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, 79.804-970,

Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil

⁴Departamento de Biologia Animal, Universidade Federal de Viçosa, 36.570-000, Viçosa,

Minas Gerais, Brasil

Autor de correspondência; e-mail: samirkassab@gmail.com

ABSTRACT

Some insecticides can be used with entomopathogenic fungi, and therefore the combination of chemical and biological control measures can be a safe and effective method to control insect pests. The aim of this study was to evaluate the costs and efficiency of combinations of *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin (Hypocreales: Clavicipitaceae) with Thiamethoxam and Imidacloprid on spittlebug (*Mahanarva fimbriolata* (Stål); Hemiptera: Cercopidae) control on sugarcane. The experiment was conducted as a randomized block design (RBD) with 10 treatments and 4 replications. The treatments included a Control (untreated), Thiamethoxam (250 g ha⁻¹), Imidacloprid (700 g ha⁻¹), *M. anisopliae* (M. a) (3×10^{12} conidia ha⁻¹), A1 (3×10^{12} M. a conidia ha⁻¹ + 65 g ha⁻¹ of Thiamethoxam), A2 (3×10^{12} M. a conidia ha⁻¹ + 125 g ha⁻¹ of Thiamethoxam), A3 (3×10^{12} M. a conidia ha⁻¹ + 187.5 g ha⁻¹ of Thiamethoxam), A4 (3×10^{12} M. a conidia ha⁻¹ + 175 g ha⁻¹ of Imidacloprid), A5 (3×10^{12} M. a conidia ha⁻¹ + 350 g ha⁻¹ of Imidacloprid), and A6 (3×10^{12} M. a conidia ha⁻¹ + 525g ha⁻¹ of Imidacloprid). The reductions in the numbers of *M. fimbriolata* nymphs per treatment compared to the control were similar at 15 DAT (days after treatment) in all treatments except combination A5 (*M. anisopliae* and Thiamethoxam). At 30 DAT, the numbers of nymphs were significantly reduced in all treatments except A3, and their effectiveness ranged from 14.28% to 92.85%. At 45 DAT the numbers of *M. fimbriolata* nymphs per treatment were significantly reduced in the following treatments: Imidacloprid alone at 700g ha⁻¹, A1, A2, A3, A4 and A6; and the combinations A1 and A2 caused the lowest *M. fimbriolata* nymph infestations and effectiveness rates of 77.41 and 87.09 %, respectively. At 75 DAT the 2 best control efficacies occurred in treatments A1 (3×10^{12} M. a conidia ha⁻¹ of + 65g ha⁻¹ of

Thiamethoxam) (82.1%) and A5 (78.6%) (3×10^{12} M. a conidia ha⁻¹ + 350 g ha⁻¹ of Imidacloprid). At 90 DAT the number of nymphs in the control had increased 2.8 fold over the number at 75 DAT. Very good control efficacies at 90 DAT occurred in all treatments with the combination of the fungus with an insecticide. At 105 DAT the numbers of nymphs had surged in all treatments, and no treatment provided effective control. The treatments with the highest earnings per hectare were A1 (3×10^{12} M. a conidia ha⁻¹ + 65 g Thiamethoxam) and *M. anisopliae* alone at the recommended dose of 3×10^{12} M. a conidia ha⁻¹. Our findings demonstrate the effectiveness of using either Thiamethoxam or Imidacloprid in combination with *M. anisopliae* to control *M. fimbriolata* nymphs on sugarcane, but greater net earnings per hectare occurred with the lowest rate of the Thiamethoxam combination than with any of the Imidacloprid combinations.

Key Words: Biological Control, Entomopathogenic Fungi, Imidacloprid, Sugarcane, Thiamethoxam.

RESUMEN

Algunos insecticidas se puede utilizar con hongos entomopatógenos y por lo tanto, la asociación de los controles químico y biológico puede ser una estrategia segura y eficaz para el control de insectos-plaga. El objetivo de este estudio fue evaluar los costos y eficiencia de combinaciones de *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin (Hypocreales: Clavicipitaceae) con insecticidas Thiamethoxam e imidacloprid para el control de la chicharrita (*Mahanarva fimbriolata* (Stål); Hemiptera: Cercopidae) en caña de azúcar. El experimento fue conducido en un delineamiento en bloques casualizados (DBC), con 10 tratamientos y 4 repeticiones. Los tratamientos que incluídos el Control (sin tratamiento), Thiamethoxam (250 g ha⁻¹), Imidacloprido (700 g ha⁻¹), *M. anisopliae* (M.a) (3×10¹² conidios ha⁻¹), A1 (3×10¹² conidios ha⁻¹ de M. a + 65 g ha⁻¹ de Thiamethoxam), A2 (3×10¹² conidios ha⁻¹ de M. a + 125g ha⁻¹ de Thiamethoxam), A3 (3×10¹² conidios ha⁻¹ de M. a + 187.5 g ha⁻¹ de Thiamethoxam), A4 (3×10¹² conidios ha⁻¹ de M. a + 175 g ha⁻¹ de Imidacloprido), A5 (3×10¹² conidios ha⁻¹ de M. a + 350 g ha⁻¹ de Imidacloprido) y A6 (3×10¹² conidios ha⁻¹ de M. a + 525g ha⁻¹ de Imidacloprido). Las reducciones en el número de ninfas *M. fimbriolata* por tratamiento en comparación con el control fueron similares a los 15 DAT (días pos tratamiento) en todos los tratamientos excepto A5 combinación (*M. anisopliae* y Thiamethoxam). A los 30 DAT, el número de ninfas se redujeron significativamente en todos los tratamientos, excepto A3, y su eficacia varió de 14,28% para 92,85%. A los 45 DAT, los números de ninfas *M. fimbriolata* por tratamiento se redujeron significativamente en los siguientes tratamientos: Imidacloprido solo en 700 g ha⁻¹, A1, A2, A3, A4 y A6; y las combinaciones de A1 y A2 causaron la más bajo infestaciones de ninfas *M. fimbriolata* y sus tasas de eficacia fueron de 77,41 y 87,09%,

respectivamente. A los 75 DAT, los 2 mejores eficacias de control se produjeron en tratamientos A1 (3×10^{12} conidios ha^{-1} de *M. a* + 65 g ha^{-1} de Thiamethoxam) y A5 (78.6%) (3×10^{12} conidios ha^{-1} de *M. a* + 350 g ha^{-1} de Imidacloprido). A los 90 DAT, el número de ninfas en el control había aumentado 2,8 veces más el número a 75 DAT. Muy buenas eficacias de control en 90 DAT, se produjo en todos los tratamientos con la combinación del hongo con un insecticida. A los 105 DAT, el número de ninfas habían aumentado en todos los tratamientos, y ningún tratamiento había proporcionado un control efectivo. Los tratamientos con los mayores rendimientos hectárea fueron A1 (3×10^{12} conidios ha^{-1} de *M. a* + 65 g de Thiamethoxam) y *M. anisopliae* solo a la dosis recomendada de 3×10^{12} conidios ha^{-1} de *M. a*. Nuestros resultados demuestran la eficacia de Thiamethoxam y Imidacloprido en combinación con *M. anisopliae* para el control de ninfas *M. fimbriolata* en caña de azúcar, pero mayores beneficio neto por hectárea se produjeron con la tasa más baja de la combinación de Thiamethoxam que con cualquiera de las combinaciones de Imidacloprid.

Palabras clave: Caña de Azúcar, Control Biológico, Hongos Entomopatógenos, Imicacloprido, Thiamethoxam.

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar (Ravaneli et al. 2011; Vacari et al. 2012; Simões et al. 2012; Rossato et al. 2013) e *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae) é uma das principais pragas dessa cultura (Garcia et al. 2006; James et al. 2011; Garcia et al. 2011; Volpe et al. 2012). Ninfas e adultos de *M. fimbriolata* podem causar lesões em plantas de cana-de-açúcar e reduzir a sua produtividade em até 40 toneladas por hectare (Mendonça 2005). Além disso, as injúrias causadas por *M. fimbriolata* alteram a qualidade dos colmos de cana, reduzindo a capacidade de produção de açúcar e álcool (Dinardo-Miranda et al. 2002; Madaleno et al. 2008; Garcia et al. 2010; Carvalho et al. 2011; Korndörfer et al. 2011).

Inseticidas químicos e o fungo entomopatogênico *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin (Hypocreales: Clavicipitaceae) são utilizados para controle de ninfas e adultos de *M. fimbriolata* em cana-de-açúcar (Dinardo-Miranda et al. 2004 a, 2004 b; Loureiro et al. 2005; Li et al. 2010; Cuaran et al. 2012). A compatibilidade dos inseticidas químicos com fungos entomopatogênicos e outros agentes de controle biológico, mostram que a associação de produtos químicos e biológicos pode ser uma estratégia mais segura e eficiente no controle de insetos-praga (Asi et al. 2010; Russell et al. 2010; Bitsadze et al. 2013).

Os inseticidas Thiamethoxam e Imidacloprido não reduziram a viabilidade, crescimento vegetativo, produção de conídios e germinação do fungo *M. anisopliae*, demonstrando, que os produtos químicos podem ser compatíveis com esse entomopatógeno (Botelho & Monteiro 2011; Akbar et al. 2012; Silva et al. 2013).

Assim, a associação de inseticidas químicos e *M. anisopliae* pode ser utilizado para controlar *M. fimbriolata*. O inseticida causa a morte de *M. fimbriolata* em menor tempo e a colonização de indivíduos mortos pelo fungo entomopatogênico, aumenta o efeito residual

de controle das pragas (Dinardo-Miranda et al. 2008; Jin et al. 2011). Isso demonstra a importância de compreender a associação dos fungos entomopatogênicos com inseticidas em canaviais.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o custo e a eficiência da associação de *M. anisopliae* com os inseticidas Thiamethoxam e Imidacloprido para o controle de *M. fimbriolata* em cana-de-açúcar.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os produtos utilizados para o controle de *M. fimbriolata* foram: *Metarhizium anisopliae* (Metiê WP[®]) obtido da empresa Ballagro Agro Tecnologia, cidade Bom Jesus dos Perdões, Estado de São Paulo, Brasil; Thiamethoxam (Actara 250 WG[®]) obtido da Syngenta Proteção de Cultivos Ltda, Paulínia, Estado de São Paulo, Brasil; e Imidacloprido (Evidence 700 WG[®]) obtido da Bayer Crop Science, São Paulo, Estado de São Paulo, Brasil.

O experimento foi desenvolvido em um canavial da Usina Energética Santa Helena Ltda. em Nova Andradina (MS), de novembro de 2012 a abril de 2013. A área experimental (Lat. 22°13'58''S, Long. 53°20'34''W e Alt. 380 m) estava sendo cultivada com cana-de-açúcar (variedade SP81-3250) sem falhas na brotação das plantas. As unidades amostrais foram representadas por dez linhas de cana-de-açúcar espaçadas a 1,4 m entre elas e com 10 m de comprimento, totalizando 140 m². O delineamento experimental foi em blocos ao acaso (DBC) com dez tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram representados pela testemunha (não tratada), Thiamethoxam (250 g ha⁻¹), Imidacloprido (700 g ha⁻¹), *M. anisopliae* (M.a) (3×10¹² con ha⁻¹), A1 (3×10¹² con ha⁻¹ de M.a + 65 g ha⁻¹ de Thiamethoxam), A2 (3×10¹² con ha⁻¹ de M.a + 125 g ha⁻¹ de Thiamethoxam), A3 (3×10¹²

con ha^{-1} de M.a + 187,5 g ha^{-1} de Thiamethoxam), A4 (3×10^{12} con ha^{-1} de M.a + 175 g ha^{-1} de Imidacloprido), A5 (3×10^{12} con ha^{-1} de M.a + 350 g ha^{-1} de Imidacloprido) e A6 (3×10^{12} con ha^{-1} de M.a + 525 g ha^{-1} de Imidacloprido). O experimento foi iniciado no dia 23/11/2012 quando o nível de controle de *M. fimbriolata* foi atingido (Mendonça 2005) (Tabela 01). Os produtos foram aplicados com pulverizadores costais distintos e calibrados para a vazão de 150 L ha^{-1} . A pulverização foi direcionada para a base da soqueira para que 30% do volume atingisse os colmos e 70% as raízes das plantas de cana-de-açúcar (Loureiro et al. 2012). O agente tensoativo Tween[®] (Polisorbato 80 a 0,01%) foi utilizado nos tratamentos com as suspensões fúngicas.

Ninfas de *M. fimbriolata* foram amostradas, quinzenalmente, até os 105 dias após o tratamento (DAT) (Mendonça 2005), em dois metros lineares do sulco de plantio de cana-de-açúcar em cada parcela. As ninfas de *M. fimbriolata* presentes nos internódios basais da plantas de cana-de-açúcar foram contadas após a retirada da palha residual da colheita da linha de plantio.

As condições climáticas (temperatura média, umidade relativa e precipitação pluviométrica) foram caracterizadas com os dados do Inmet (Instituto Nacional de Meteorologia) (Fig. 1) para se estabelecer a relação entre a infestação de *M. fimbriolata* e os fatores abióticos. O valor do Açúcar Total Recuperável (ATR) (Landell et al. 1999) foi obtido de colmos de cana-de-açúcar retirados, aleatoriamente, das unidades amostrais em 15/04/2013.

O valor da tonelada por hectare (ha) [ATR tonelada ha x cotação do ATR (R\$)], lucro bruto por ha [68 toneladas (produtividade de Mato Grosso do Sul (Unica 2013) x Preço da tonelada (R\$)], custo com manutenção do canavial sem produto e aplicação para o controle de *M. fimbriolata* (Udop 2013), Custo de controle por ha= produto e aplicação

terrestre, lucro líquido por ha (Lucro Bruto ha - (CMC + Custo de Controle por ha) foram calculados. Os valores dos serviços de terceiros, aquisição de produtos para a reforma do canavial e controle de *M. fimbriolata* foram obtidos de empresas de consultoria agrícola e da base de dados da Udop (2013) (Tabela 02).

Os dados populacionais de ninfas de *M. fimbriolata* foram submetidos à análise de variância e, quando significativas, as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. A eficiência de controle dos tratamentos foi calculada com a fórmula de Abbott (Abbott 1925).

RESULTADOS

A Tabela 03 demonstra que aos 15 DAT o número de ninfas foi significativamente reduzido, em relação, a testemunha em todos os tratamentos, exceto A5 (3×10^{12} con ha⁻¹ de M.a + 350 g ha⁻¹ de Imidacloprido). Aos 30 DAT, o número de ninfas foi significativamente reduzido, em todos os tratamentos, exceto A3 (3×10^{12} con ha⁻¹ de M.a + 187,5 g ha⁻¹ de Thiamethoxam) (Tabela 03) e a eficiência dos tratamentos variou de 14,28% a 92,85% (Tabela 04).

Aos 45 DAT o número de ninfas *M. fimbriolata* por tratamento foi significativamente, reduzido em comparação a testemunha e nos seguintes tratamentos: Imidacloprido (700 g ha⁻¹), A1 (3×10^{12} con ha⁻¹ de M.a + 65 g ha⁻¹ de Thiamethoxam), A2 (3×10^{12} con ha⁻¹ de M.a + 125 g ha⁻¹ de Thiamethoxam), A3 (3×10^{12} con ha⁻¹ de M.a + 187,5 g ha⁻¹ de Thiamethoxam), A4 (3×10^{12} con ha⁻¹ de M.a + 175 g ha⁻¹ de Imidacloprido) e A6 (3×10^{12} con ha⁻¹ de M.a + 525 g ha⁻¹ de Imidacloprido) (Tabela 03). Aos 60 DAT, o número de ninfas foi significativamente reduzido, em todos os tratamentos. As melhores eficiências foram nos tratamentos A1 (3×10^{12} con ha⁻¹ de M.a + 65 g ha⁻¹ de

Thiamethoxam) e A2 (3×10^{12} con ha⁻¹ de M.a + 125 g ha⁻¹ de Thiamethoxam) com 77,4% e 87,1%, respectivamente (Tabela 04).

Aos 75 DAT, o número de ninfas de *M. fimbriolata* foi menor nos seguintes tratamentos: A1 (3×10^{12} con ha⁻¹ de M.a + 65g ha⁻¹ of Thiamethoxam), A3 (3×10^{12} con ha⁻¹ de M.a + 187,5 g ha⁻¹ de Thiamethoxam) e A5 (3×10^{12} con ha⁻¹ de M.a + 350 g ha⁻¹ de Imidacloprido). O número de ninfas de *M. fimbriolata* foi, significativamente, reduzido em comparação com o controle em todos os tratamentos restantes, exceto em A2 e A6, mas o número de ninfas, nos últimos dois tratamentos, foi numericamente inferior ao tratamento testemunha. As maiores eficiência de controle em relação ao controle em 75 DAT, ocorreu nos tratamentos A1 (3×10^{12} con ha⁻¹ de M.a + 65g ha⁻¹ of Thiamethoxam) (82,1%) e A5 (3×10^{12} con ha⁻¹ de M.a + 350 g ha⁻¹ de Imidacloprido) (78,6%).

Aos 90 DAT, o número de ninfas da testemunha aumentou 2,8 vezes, em relação à quinta avaliação (75 DAT). No entanto, o número de ninfas foi significativamente reduzido em comparação a testemunha, nos seguintes tratamentos: Thiamethoxam (250 g ha⁻¹), A1, A2, A3, A4 e A5. As maiores eficiências de controle a 90 DAT ocorreram nos tratamentos A1 (3×10^{12} con ha⁻¹ de M.a + 65g ha⁻¹ of Thiamethoxam) (85,9%), Thiamethoxam (250 g ha⁻¹) (83,3%) e A2 (3×10^{12} con ha⁻¹ de M.a + 125 g ha⁻¹ de Thiamethoxam) (82,1%).

Aos 105 DAT, o número de ninfas na testemunha aumentou 2 vezes em relação a sexta avaliação. Além disso, o número de ninfas, em todos os tratamentos, foi igual ou maior que o número da testemunha, o que indica que nenhum dos tratamentos poderia fornecer um nível economicamente útil de controle.

A elevada precipitação, temperatura média e umidade relativa aumentaram a eficiência das associações e do fungo *M. anisopliae* (Fig. 1; Tabela 03). O maior volume de

chuvas, principalmente aos 75 DAT, aumentou a população de ninfas de *M. fimbriolata* nas unidades amostrais tratadas com os inseticidas (Fig. 1; Tabela 03).

Os valores do açúcar total recuperável (ATR) foram maiores com a associação A1 (3×10^{12} con ha⁻¹ de M.a + 65 g ha⁻¹ de Thiamethoxam), *M. anisopliae* (3×10^{12} con ha⁻¹), Thiamethoxam (250 g ha⁻¹) e Imidacloprido (700 g ha⁻¹) e, conseqüentemente, valor pago pela tonelada, lucro por ha (Tabela 05). O valor da aquisição e aplicação do produto no tratamento com o fungo *M. anisopliae*, associação A1 e Thiamethoxam (250 g ha⁻¹) foi de R\$ 68,50, R\$ 96,00 e R\$ 150,50, respectivamente. Nos demais tratamentos, o custo com o controle das ninfas de *M. fimbriolata* variou de R\$ 90,00 a R\$ 133,00.

Os tratamentos com maiores rendimentos líquidos por hectare foram: A1 (3×10^{12} con ha⁻¹ de M.a + 65 g ha⁻¹ de Thiamethoxam) e *M. anisopliae* (M.a) (3×10^{12} con ha⁻¹) na dose recomendada. Os tratamentos com os menores rendimentos por hectare foram obtidos a combinações A4 (3×10^{12} con ha⁻¹ de M.a + 175 g ha⁻¹ de Imidacloprido), A2 (3×10^{12} con ha⁻¹ de M.a + 125 g ha⁻¹ de Thiamethoxam), A5 (3×10^{12} con ha⁻¹ de M.a + 350 g ha⁻¹ de Imidacloprido) e A3 (3×10^{12} con ha⁻¹ de M.a + 187,5 g ha⁻¹ de Thiamethoxam), respectivamente (Tabela 05).

DISCUSSÃO

A maioria dos tratamentos obtiveram reduções significativas, no número de cigarrinhas nas avaliações de 15 e 30 DAT, o que confirma a susceptibilidade de ninfas de *M. fimbriolata* aos dois inseticidas, *M. anisopliae* e associações de inseticidas com o fungo. No entanto, algumas anormalidades ocorreram. Por exemplo, o tratamento A5 obteve menor eficiência aos 15 DAT e 45 DAT, mas esse tratamento foi muito eficaz nas outras avaliações. Da mesma forma, o tratamento A3 obteve menor eficiência aos 30 DAT, mas

foi muito eficaz nas outras avaliações. Essa anomalia nos dados é provavelmente, resultado da distribuição agregada das ninfas de *M. fimbriolata*, como relatado por Stingel (2005).

Além disso, uma interação aditiva entre cada um dos inseticidas químicos e fungo foi observado, nesse experimento, como relatado para *Tibraca limbativentris* Stål (Hemiptera: Pentatomidae) (Quintela et al. 2013.). No entanto, isto não deve ser generalizado, por depender das condições climáticas, ingrediente ativo e modo de ação do produto químico e isolado de *M. anisopliae* utilizado para o controle de *M. fimbriolata* (Dinardo-Miranda et al. 2004a; Loureiro et al. 2005; Tiago et al. 2011). Por outro lado, a constituição genética da população de pragas (Quinelato et al. 2012), adaptações e os mecanismos de resistência a inseticidas (Dubovskiy et al. 2013) podem afetar a eficiência dos métodos de controle.

As maiores infestações de ninfas de *M. fimbriolata* com os inseticidas Thiamethoxam (60 DAT) e Imidacloprido (75, 90, 105 DAT) mostra que a eficiência dos produtos químicos podem ser afetadas pelo tempo de aplicação (Dinardo-Miranda et al. 2004a; George et al. 2007), pois, a alta pluviosidade pode diminuir seus efeitos residuais (Carvalho et al. 2011). Além disso, os inseticidas Thiamethoxam e Imidacloprido, nas doses recomendadas, não são seletivos aos insetos não-alvo (Zhao et al. 2012; Funderburk et al. 2013), explicando a maior incidência de *M. fimbriolata*, nas parcelas, tratadas com os inseticidas. O produto químico Imidacloprido causou impactos negativos em insetos da família Syrphidae e pode não ser seletivo ao predador de ninfas de *M. fimbriolata*, a mosca *Salpingogaster nigra* Schiner (Diptera: Syrphidae) (Easton & Goulson 2013). Por outro lado, sub-dosagens de Thiamethoxam foram seletivas a *Apis mellifera* Linnaeus (Hymenoptera: Apidae) (El Hassani et al. 2007), o que pode explicar a maior eficiência da

associações de *M. anisopliae* com esse inseticida. Dessa forma, a manutenção de insetos benéficos na cultura pode explicar a eficiência de algumas combinações de *M. anisopliae* com esse inseticida. Além disso, a exposição de *T. limbativentris* a sub-dosagens de Thiamethoxam, aumentou a suscetibilidade, dessa praga, ao fungo entomopatogênico *M. anisopliae* (Quintela et al. 2013).

As maiores eficiências de controle de *M. fimbriolata* com as associações A1, A2 e A3 nas avaliações de 30, 60, 75 e 90 DAT sugerem que o inseticida Thiamethoxam seja mais adequado para a associação com *M. anisopliae*. A exposição de *M. anisopliae* ao inseticida Thiamethoxam não comprometeu as características biológicas do fungo entomopatogênico, demonstrando compatibilidade desse inseticida com esse fungo (Botelho & Monteiro 2011; Akbar et al. 2012; Silva et al. 2013). Além disso, o inseticida Thiamethoxam e o bioinseticida *M. anisopliae* são os mais utilizados no controle de *M. fimbriolata* em cultivos de cana-de-açúcar o que pode contribuir positivamente para o controle da cigarrinha da raiz (Dinardo-Miranda et al. 2004 a, 2004 b).

O valor do Açúcar total recuperável (ATR) foi maior no tratamento A1 (3×10^{12} con ha^{-1} de M.a + 65 g ha^{-1} de Thiamethoxam), com 96,19. O preço da tonelada (t) de cana-de-açúcar é baseado no valor referente ao ATR, ou seja, quanto maior o valor obtido, melhor o preço por t. A associação de 3×10^{12} con ha^{-1} de M.a + 65 g ha^{-1} de Thiamethoxam foi à melhor entre as testadas, por aumentar o valor pago na tonelada por hectare. Valores semelhantes do ATR, nos demais tratamentos, pode ser devido à associação do fungo *M. anisopliae* com inseticidas. Os 2 produtos químicos matam os insetos mais rápido que *M. anisopliae* (Dinardo-Miranda et al. 2002; Carvalho et al. 2011), e os indivíduos mortos são colonizados pelo entomopatógeno, diminuindo os prejuízo com as injúrias causadas por *M. fimbriolata* (Dinardo-Miranda et al. 2008; Jin et al. 2011). Assim, os fungos

entomopatogênicos podem aumentar a sua densidade em culturas agrícolas, devido à infecção dos insetos sadios pelos indivíduos parasitados (Bruck 2005). Além disso, *M. anisopliae* apresenta alta capacidade de persistência no campo (Bruck & Donahue 2007; James et al. 2012; Tiago et al. 2012), o que diminui a possibilidade de novas infestações da praga (Guerrero-Guerra et al. 2013).

O preço das associações variou de R\$ 90,00 a R\$ 150,50, indicando que ninfas de *M. fimbriolata* podem ser controladas com a combinação de *M. anisopliae* e inseticidas químicos. No entanto, a associação de 3×10^{12} con ha⁻¹ de *M. anisopliae* com 65 g ha⁻¹ de Thiamethoxam é a mais viável pelo custo e eficiência, com maior valor da tonelada (ha), produção estimada por hectare de R\$ 3.008,82 e lucro por ha de R\$ 1.402,14 (Tabela 05). Por outro lado, a idade da planta também pode influenciar a produtividade da cana de açúcar (Dinardo-Miranda et al. 2008), de modo que as plantas em uma fase mais avançada de desenvolvimento podem ter um maior rendimento de ATR. O ATR foi obtido com plantas de 8 meses de idade e esse valor de plantas mais velhas pode ser maior.

AGRADECIMENTOS

As instituições brasileiras: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). A usina Energética Santa Helena Ltda. e aos engenheiros agrônomos Adriano Secundo da Silva e Natalia Cobianchi da Costa.

REFERÊNCIAS

ABBOTT, W. S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Entomol. 18: 265-266.

- AKBAR, S., FREED, S., HAMEED, A., GUL, H. T., AKMAL, M., MALIK, M. N.,
NAEEM, M., E KHAN, M. B. 2012. Compatibility of *Metarhizium anisopliae* with
different insecticides and fungicides. African J. Microbiol. Res. 6: 3956-3962.
- ASI, M. R., BASHIR, M. H., AFZAL, M., ASHFAQ, M., E SAHI, S. T. 2010.
Compatibility of entomopathogenic fungi *Metarhizium anisopliae* and *Paecilomyces*
fumosoroseus with selective insecticides. Pakistan J. Bot. 42: 4207-4214.
- BITSADZE, N., JARONSKI, S., KHASDAN, V., ABASHIDZE, E., ABASHIDZE, M.,
LATCHININSKY, A., SAMADASHVILI, D., SOKHADZE, I., RIPPA, M.,
ISHAAYA, I., E HOROWITZ, A. R. 2013. Joint action of *Beauveria bassiana* and
the insect growth regulators diflubenzuron and novaluron, on the migratory locust,
Locusta migratoria. J. Pest. Sci. 86: 293-300.
- BOTELHO, A. A. A., E MONTEIRO, A. C. 2011. Sensibilidade de fungos
entomopatogênicos a agroquímicos usados no manejo da cana-de-açúcar. Bragantia
70: 361-369.
- BRUCK, D. J. 2005. Ecology of *Metarhizium anisopliae* in soilless potting media and the
rhizosphere: implications for pest management. Biol. Control. 32: 155-163.
- BRUCK, D. J., E DONAHU, K. M. 2007. Persistence of *Metarhizium anisopliae*
incorporated into soilless potting media for control of the black vine weevil,
Otiorhynchus sulcatus in container-grown ornamentals. J. Invert. Pathol. 95: 146-
150.
- CARVALHO, L. W. T., BROGLIO-MICHELETTI, S. M. F., CARVALHO, L. H. T.,
DIAS, N. S., E GIRÓN-PÉREZ, K. 2011. Incidência de *Mahanarva fimbriolata*
después de aplicaciones de *Metarhizium anisopliae* e imidacloprid en caña de

azúcar. Caatinga 24: 20-26.

CUARÁN, V. L., VALDERRAMA, U. C., PARDEY, A. E. B., COBO, N. C. M.,
SÁNCHEZ, G. D. R., GIL, C. A. M., E LAVERDE, L. A. G. 2012. Método para
evaluar el daño de los salivazos (Hemiptera: Cercopidae) sobre caña de azúcar
Saccharum spp. Rev. Colombiana Entomol. 38: 171-176.

DINARDO-MIRANDA, L. L., GARCIA, V., E PARAZZI, V. J. 2002. Efeito de inseticidas
no controle de *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae) e de
nematóides fitoparasitos na qualidade tecnológica e na produtividade da cana-de-
açúcar. Neotrop. Entomol. 31: 609-614.

DINARDO-MIRANDA, L. L., COELHO, A. L., E FERREIRA, J. M. G. 2004a. Influência
da época de aplicação de inseticidas no controle de *Mahanarva fimbriolata* (Stål)
(Hemiptera: Cercopidae) na qualidade e produtividade da cana-de-açúcar. Neotrop.
Entomol. 33: 91-98.

DINARDO-MIRANDA, L. L., VASCONCELOS, A. C. M., FERREIRA, J. M. G.,
GARCIA, C. A., COELHO, A. L., E GIL, M. A. 2004b. Eficiência de *Metarhizium*
anisopliae (Metsch.) no controle de *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera:
Cercopidae) em cana-de-açúcar. Neotrop. Entomol. 33: 743-749.

DINARDO-MIRANDA, L. L., PIVETTA, J. P., E FRACASSO, J. V. 2008. Economic
injury level for sugarcane caused by the spittlebug. Sci. Agric. 65: 16-24.

DUBOVSKIY, I. M., WHITTEN, M. M. A., YAROSLAVTSEVA, O. N., GREIG, C.,
KRYUKOV, V. Y., GRIZANOVA, E. V., MUKHERJEE, K., VILCINSKAS, A.,
GLUPOV, V. V., E BUTT, T. M. 2013. Can insects develop resistance to insect
pathogenic fungi? PLoS ONE. 8: 1-8 (e60248).

- 385 EL HASSANI, A. K., DACHER, M., GARY, V., LAMBIN, M., GAUTHIER, M., E
386 ARMENGAUD, C. 2007. Effects of sublethal doses of acetamiprid and
387 thiamethoxam on the behavior of honey bees (*Apis mellifera*). Arch. Environ.
388 Contam. Toxicol. 54: 653-61.
- 389 EASTON, A. H., E GOULSON, D. The neonicotinoid insecticide imidacloprid repels
390 pollinating flies and beetles at field realistic concentrations. PLoS ONE. 8: 1-4
391 (e54819).
- 392 FUNDERBURK, J., SRIVASTAVA, M., FUNDERBURK, C., E McMANUS, S. 2013.
393 Evaluation of imidacloprid and cyantraniliprole for suitability in conservation
394 biological control program for *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) in field
395 pepper. Fla. Entomol. 96: 229-231.
- 396 GARCIA, J. F., GRISOTO, E., VENDRAMIM, J. D., E BOTELHO, P. S. M. 2006.
397 Bioactivity of neem, *Azadirachta indica*, against spittlebug *Mahanarva fimbriolata*
398 (Hemiptera: Cercopidae) on sugarcane. J. Econ. Entomol. 99: 2010-2014.
- 399 GARCIA, D. B., RAVANELI, G. C., MADALENO, L. L., MUTTON, M. A., E
400 MUTTON, M. J. R. 2010. Damages of spittlebug on sugarcane quality and
401 fermentation process. Sci. Agric. 67: 555-561.
- 402 GARCIA, J. F., PRADO, S. S., VENDRAMIM, J. D., E BOTELHO, P. S. M. 2011. Effect
403 of sugarcane varieties on the development of *Mahanarva fimbriolata* (Hemiptera:
404 Cercopidae). Rev. Colombiana Entomol. 37: 16-20.
- 405 GEORGE, J., REDMOND, C. T., ROYALTY, R. N., E POTTER, D. A. 2007. Residual
406 effects of imidacloprid on Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) oviposition,
407 egg hatch, and larval viability in turfgrass. J. Econ. Entomol. 100: 431-439.

- GUERRERO-GUERRA, C., REYES-MONTES, M. D., TORIELLO, C., HERNANDEZ-VELAZQUEZ, V., SANTIAGO-LOPEZ, I., MORA-PALOMINO, L., CALDERON-SEGURA, M. E., FERNANDEZ, S. D., E CALDERON-EZQUERRO, C. 2013. Study of the persistence and viability of *Metarhizium acridum* in agriculture Mexico. *Aerobiologia* 29: 249-261.
- INMET (INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA). 2013. <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesautomaticas>. Accessed 28 Jul 2013.
- JIN, S. F., FENG, M. G., YING, S. H., MU, W. J., E CHEN, J. Q. 2011. Evaluation of alternative rice planthopper control by the combined action of oil-formulated *Metarhizium anisopliae* with low rate buprofezin. *Pest. Manag. Sci.* 67: 36-43.
- KORNDÖRFER, A. P., GRISOTO, E., E VENDRAMIM, J. 2011. Induction of insect plant resistance to the spittlebug *Mahanarva fimbriolata* Stål (Hemiptera: Cercopidae) in sugarcane by silicon application. *Neotrop. Entomol.* 40: 387-392.
- LANDELL, M. G. A., VASCONCELOS, A. C. M., SILVA, M. A., PERECIN, D., CARVALHO, R. S. R., BARBOSA, V., E PENNA, M. J. 1999. Validação de métodos de amostragem para estimativa de produção de cana-de-açúcar, em áreas de colheita mecanizada. *Stab. Açúcar. Álcool. Sub.* 18: 48-51.
- LI, Z., ALVES, S. B., ROBERTS, D. W., FAN, M. Z., DELALIBERA, I., TANG, J., LOPES, R. B., FARIA, M., E RANGEL, D. E. N. 2010. Biological control of insects in Brazil and China: History, current programs and reasons for their successes using entomopathogenic fungi. *Bio. Sci. Technol.* 20: 117-136.
- LOUREIRO, E. S., BATISTA FILHO A., ALMEIDA, J. E. M., E PESSOA, L. G. A. 2005.

- 431 Seleção de isolados de *Metarhizium anisopliae* (Metch.) Sorok. contra a cigarrinha
 432 da raiz da cana-de-açúcar *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae)
 433 em laboratório. Neotrop. Entomol. 34: 791-798.
- 434 LOUREIRO, E. S., BATISTA FILHO A., ALMEIDA, J. E. M., MENDES, J. M., E
 435 PESSOA, L. G. 2012. Eficiência de isolados de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.)
 436 Sorok. no controle da cigarrinha-da-raiz da cana-de-açúcar, *Mahanarva fimbriolata*
 437 (Stal, 1854) (Hemiptera: Cercopidae), em condições de campo. Arq. Inst. Biol. 79:
 438 47-53.
- 439 MADALENO, L. L., RAVANELI, G. C., PRESOTTI, L. E., MUTTON, M. A.,
 440 FERNANDES, O. A., E MUTTON, M. Jr. 2008. Influence of *Mahanarva*
 441 *fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae) injury on the quality of cane juice.
 442 Neotrop. Entomol. 37: 68-73.
- 443 MENONÇA, A. F. 2005. Cigarrinhas da cana-de-açúcar: Controle biológico. Maceió:
 444 Insecta, Brasil. 317 pp.
- 445 QUINELATO, S., GOLO, P. S., PERINOTTO, W. M. S., SÁ, F. A., CAMARGO, M. G.,
 446 ANGELO, I. C., MORAES, A. M. L., E BITTENCOURT, V. R. E. P. 2012.
 447 Virulence potential of *Metarhizium anisopliae* s.l. isolates on *Rhipicephalus*
 448 (*Boophilus*) *microplus* larvae. Vet. Parasitol. 190: 556-565.
- 449 QUINTELA, E. D., MASCARINA, G. M., SILVA, R. A., BARRIGOSI, J. A. F., E
 450 MARTINS, J. F. S. 2013. Enhanced susceptibility of *Tibraca limbativentris*
 451 (Heteroptera: Pentatomidae) to *Metarhizium anisopliae* with sublethal doses of
 452 chemical insecticides. Biol. Control. 66: 56-64.
- 453 RAVANELI, G. C., GARCIA, D. B., MADALENO, L. L., MUTTON, M. A.,

- 454 STUPIELLO, J. P., E MUTTON, M. J. R. 2011. Spittlebug impacts on sugarcane
455 quality and ethanol production. *Pesqui. Agropecu. Brasileira* 46: 120-129.
- 456 ROSSATO, J. A. S., COSTA, G. H. G., MADALENO, L. L., MUTTON, M. J. R.,
457 HIGLEY, L. G., E FERNANDES, O. A. 2013. Characterization and impact of the
458 sugarcane borer on sugarcane yield and quality. *Agron. J.* 105: 643-648.
- 459 RUSSELL, C. W., UGINE., T. A., E HAJEK, A. E. 2010. Interactions between
460 imidacloprid and *Metarhizium brunneum* on adult Asian longhorned beetles
461 (*Anoplophora glabripennis* (Motschulsky) (Coleoptera: Cerambycidae)). *J. Invert.*
462 *Pathol.* 105: 305-311.
- 463 SIMÕES, R. A., LETÍCIA, R. G., BENTO, J. M. S., SOLTER, L. F., E DELALIBERA Jr.,
464 I. 2012. Biological and behavioral parameters of the parasitoid *Cotesia*
465 *flavipes*(Hymenoptera: Braconidae) are altered by the pathogen *Nosema* sp.
466 (Microsporidia: Nosematidae). *Biol. Control.* 63: 164-171.
- 467 SILVA, R. A., QUINTELA, E. D., MASCARINA, G. M., BARRIGOSI, J. A. F., E
468 LIÃO, L. M. 2013. Compatibility of conventional agrochemicals used in rice crops
469 with the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae*. *Sci. Agric.* 70:152-160.
- 470 STINGEL, E. Distribuição espacial e plano de amostragem para a cigarrinha-das-raízes,
471 *Mahanarva fimbriolata* (Stål., 1854), em cana-de-açúcar. 2005. 75f. Dissertação
472 (Mestrado em Entomologia) – ESALQ-USP, Piracicaba.
- 473 TIAGO, P. V., SOUZA, H. M. L., MOYSÉS, J. B., OLIVEIRA, N. T., E LIMA, E. A. L.
474 A. 2011. Differential pathogenicity of *Metarhizium anisopliae* and the control of the
475 sugarcane root spittlebug *Mahanarva fimbriolata*. *Brazilian Arch. Biol. Technol.*

- 476 54: 435-440.
- 477 TIAGO, P. V., CARNEIRO-LEÃO, M. P., MALOSSO, E., OLIVEIRA, N. T., E LIMA, E.
- 478 Á. L. A.2012. Persistence and effect of *Metarhizium anisopliae* in the fungal
- 479 community of sugarcane soil. Biol. Control. 57: 653-661.
- 480 UDOP (UNIÃO DOS PRODUTORES DE BIOENERGIA).
- 481 <http://www.udop.com.br/index.php?item=boletins>. Accessed 31 Jul 2013.
- 482 UNIÃO DA INDÚSTRIA DA CANA-DE-AÇÚCAR (UNICA).
- 483 <http://www.unicadata.com.br>. Accessed 31 Jul 2013.
- 484 VACARI, A. M., BORTOLI, S. A. DE., BORBA, D. F., E MARTINS, M. I. E. G. 2012.
- 485 Quality of *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) reared at different host
- 486 densities and the estimated cost of its commercial production. Biol. Control. 63:
- 487 102-106.
- 488 VOLPE, H. X. L., DUARTE, R. T., SILVA, A. G., JÚNIOR, E. B., LEITE, G. J., E
- 489 FERREIRA, M. C. 2012.Distribuição volumétrica de calda contendo *Metarhizium*
- 490 *anisopliae*. Cienc. Rural 42: 1909-1915.
- 491 ZHAO, X., WU, C., WANG, Y., CANG, T., CHEN, L., YU, P., E WANG, Q.
- 492 2012.Assessment of toxicity risk of insecticides used in rice ecosystem on
- 493 *Trichogramma japonicum* an egg parasitoid of rice lepidopterans. J. Econ. Entomol.
- 494 105: 92-101.

TABELAS, FIGURAS E LEGENDAS

TABELA 01. MÉDIA DAS NINFAS DE *MAHANARVA FIMBRIOLATA* (HEMIPTERA: CERCOPIDAE) POR TRATAMENTO NA AMOSTRAGEM PRÉVIA.

Tratamentos	Ninfas (média ± erro padrão)
Testemunha (não tratada)	4,50 ± 0,88
Thiamethoxam (250 g ha ⁻¹)	3,75 ± 1,19
Imidacloprido (700 g ha ⁻¹)	3,00 ± 0,95
<i>Metarhizium anisopliae</i> (M.a) (3×10 ¹² con ha ⁻¹)	3,25 ± 0,18
A1 (Dose Rec. de M.a + 65 g ha ⁻¹ de Thia.)	4,75 ± 0,62
A2 (Dose Rec. de M.a + 125 g ha ⁻¹ de Thia.)	4,00 ± 1,28
A3 (Dose Rec. de M.a + 187.5 g ha ⁻¹ de Thia.)	3,50 ± 0,75
A4 (Dose Rec. de M.a + 175 g ha ⁻¹ de Imida.)	3,75 ± 1,12
A5 (Dose Rec. de M.a + 350 g ha ⁻¹ de Imida.)	3,50 ± 0,68
A6 (Dose Rec. de M.a + 525 g ha ⁻¹ de Imida.)	4,25 ± 0,94
Dose Rec. de M.a.– dose recomendada de <i>M. anisopliae</i> para o controle de <i>M. fimbriolata</i> (3×10 ¹² con ha ⁻¹); Thia. Inseticida Thiamethoxam; Imida. Inseticida Imidacloprido.	

502 TABELA 02. DESCRIÇÃO DOS CUSTOS DE MANUTENÇÃO DO CANAVIAL
503 (CMC) POR HECTARE.

CMC	Valor (R\$)
Insumos agrícolas para os tratos culturais	1.283,47
Operações mecanizadas (aplicações)	139,88
Mão-de-obra	37,48
Despesas administrativas	49,85
Total	1.510,68

504

505

506 TABELA 03. INFESTAÇÃO DE NINFAS DE *MAHANARVA FIMBRIOLATA* (HEMIPTERA: CERCOPIDAE) NOS
 507 TRATAMENTOS COM THIAMETHOXAM, IMIDACLOPRIDO, *METARHIZIUM ANISOPLIAE*
 508 (HYPOCREALES: CLAVICIPITACEAE) E ASSOCIAÇÕES.

Tratamentos	15 DAT	30 DAT	45 DAT	60 DAT	75 DAT	90 DAT	105 DAT
Testemunha (não tratada)	2,00 ± 0,81 a	3,50 ± 1,29 a	7,00 ± 3,27 a	7,75 ± 3,39 a	7,00 ± 2,16 a	19,50 ± 1,78 a	38,50 ± 1,45 a
Thiamethoxam (250 g ha ⁻¹)	0,50 ± 0,57 b	1,50 ± 1,73 b	5,25 ± 2,37 a	3,75 ± 1,50 b	3,75 ± 1,89 b	5,50 ± 1,08 b	15,50 ± 2,07 b
Imidacloprido (700 g ha ⁻¹)	0,75 ± 0,95 b	0,75 ± 0,97 b	2,75 ± 1,43 b	3,50 ± 1,38 b	2,50 ± 2,08 b	13,25 ± 1,75 a	19,00 ± 1,44 b
<i>Metarhizium anisopliae</i> (M.a) (3×10 ¹² con ha ⁻¹)	1,00 ± 0,83 b	1,25 ± 1,89 b	4,00 ± 1,82 a	2,75 ± 1,86 b	2,25 ± 1,25 b	10,50 ± 1,38 a	17,50 ± 1,79 b
A1 (Dose Rec. de M.a + 65 g ha ⁻¹ de Thia.)	0,75 ± 0,95 b	1,00 ± 0,81 b	2,00 ± 0,89 b	1,75 ± 1,50 b	1,25 ± 1,27 c	3,25 ± 1,70 b	7,00 ± 1,57 b
A2 (Dose Rec. de M.a + 125 g ha ⁻¹ de Thia.)	0,00 ± 0,00 b	0,25 ± 0,50 b	1,00 ± 1,29 b	1,00 ± 1,41 b	5,00 ± 1,89 a	3,50 ± 1,69 b	17,25 ± 1,54 b
A3 (Dose Rec. de M.a + 187.5 g ha ⁻¹ de Thia.)	0,75 ± 0,97 b	3,00 ± 2,16 a	2,50 ± 2,58 b	2,50 ± 1,73 b	1,75 ± 2,08 c	6,25 ± 1,18 b	8,00 ± 1,08 b
A4 (Dose Rec. de M.a + 175 g ha ⁻¹ de Imida.)	0,00 ± 0,00 b	1,25 ± 0,50 b	3,00 ± 1,24 b	3,25 ± 1,75 b	3,25 ± 1,25 b	7,00 ± 1,36 b	18,00 ± 1,83 b
A5 (Dose Rec. de M.a + 350 g ha ⁻¹ de Imida.)	1,75 ± 0,93 a	0,50 ± 0,67 b	4,50 ± 2,25 a	2,25 ± 1,25 b	1,50 ± 1,29 c	6,00 ± 1,96 b	16,00 ± 2,11 b
A6 (Dose Rec. de M.a + 525 g ha ⁻¹ de Imida.)	0,50 ± 0,58 b	2,00 ± 1,41 b	2,25 ± 2,10 b	2,50 ± 1,84 b	4,25 ± 1,75 a	10,75 ± 1,25 a	13,50 ± 2,09 b
CV	61,92	67,58	90,32	75,75	77,24	64,59	38,60

509 Médias seguidas de mesma letra, por coluna, não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade; CV–
 510 coeficiente de variação; DAT– dias após o tratamento; Dose Rec. de M.a.– Dose recomendada de *M. anisopliae* para o
 511 controle de *M. fimbriolata* (3×10¹² con ha⁻¹); Thia. Inseticida Thiamethoxam; Imida. Inseticida Imidacloprido.

TABELA 04. EFICIÊNCIA DE THIAMETHOXAM, IMIDACLOPRIDO, *METARHIZIUM ANISOPLIAE* (HYPOCREALES: CLAVICIPITACEAE) E ASSOCIAÇÕES NO CONTROLE DE *MAHANARVA FIMBRIOLATA* (HEMIPTERA: CERCOPIDAE)

Tratamentos	Dias Após o Tratamento						
	15	30	45	60	75	90	105
Testemunha (não tratada)	75	57,14	25	51,61	46,42	83,33	59,74
Thiamethoxam (250 g ha ⁻¹)	62,50	78,57	60,71	54,83	64,29	32,05	50,64
Imidacloprido (700 g ha ⁻¹)	50	64,28	42,85	64,51	67,86	46,15	54,54
<i>Metarhizium anisopliae</i> (M.a) (3×10 ¹² con ha ⁻¹)	62,50	71,42	71,42	77,41	82,14	85,89	81,81
A1 (Dose Rec. de M.a + 65 g ha ⁻¹ de Thia.)	100	92,85	85,71	87,09	28,57	82,05	55,19
A2 (Dose Rec. de M.a + 125 g ha ⁻¹ de Thia.)	62,50	14,28	64,28	67,74	75,00	67,95	79,22
A3 (Dose Rec. de M.a + 187.5 g ha ⁻¹ de Thia.)	100	64,28	57,14	58,06	53,37	64,10	53,24
A4 (Dose Rec. de M.a + 175 g ha ⁻¹ de Imida.)	12,50	85,71	35,71	70,96	78,57	69,23	58,44
A5 (Dose Rec. de M.a + 350 g ha ⁻¹ de Imida.)	75	42,85	67,85	67,74	39,29	44,87	64,93

Dose Rec. de M.a.– dose recomendada de *M. anisopliae* para o controle de *M. fimbriolata* (3×10¹² con ha⁻¹); Thia. Inseticida Thiamethoxam; Imida. Inseticida Imidacloprido.

526 CMC= Custo com a manutenção do canavial sem produto e aplicação para o controle de *M. fimbriolata*; Custo de
527 Controle ha⁻¹= Produto e aplicação terrestre; Lucro líquido ha⁻¹= Lucro Bruto ha⁻¹ - (CMC + Custo de Controle ha⁻¹); Dose
528 Rec. de M.a.– Dose recomendada de *M. anisopliae* para o controle de *M. fimbriolata* (3×10¹²con ha⁻¹); Thia. Inseticida
529 Thiamethoxam; Imida. Inseticida Imidacloprido.

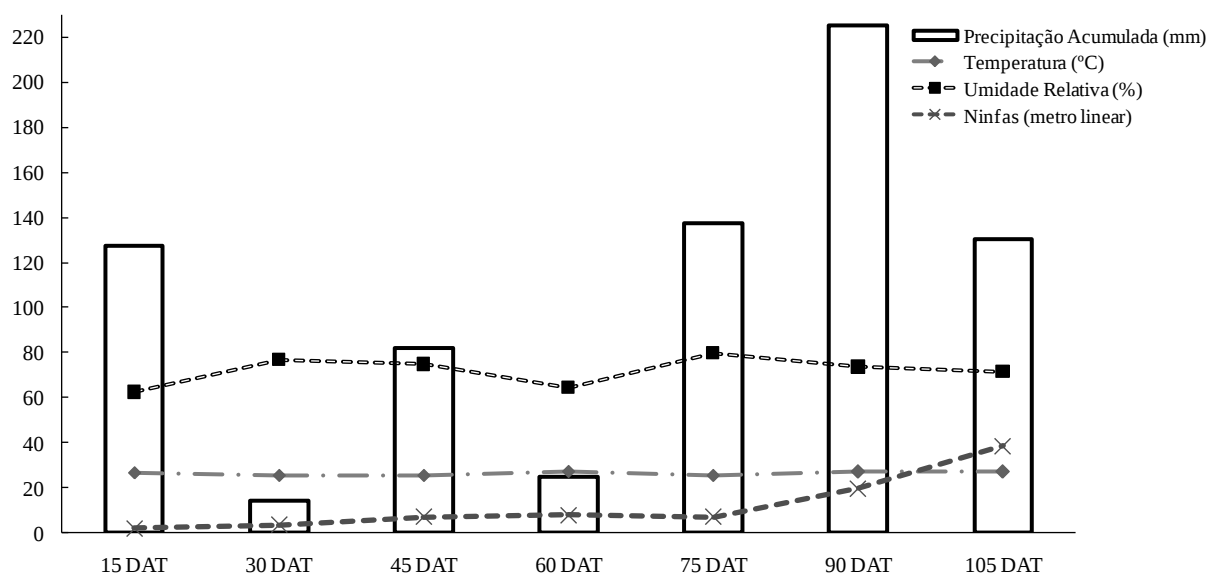


Fig. 1. Precipitação acumulada (mm), Temperatura média (°C), umidade relativa (%) e número de ninfas de *Mahanarva fimbriolata* (Hemiptera: Cercopidae) na área experimental de 15 a 105 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT).

CONCLUSÕES GERAIS

CONCLUSÕES GERAIS

O monitoramento de ninfas pequenas, médias, grandes e adultos de *M. fimbriolata* pode otimizar o momento de aplicação de produtos químicos e/ou biológicos para o controle da cigarrinha.

A utilização de *M. anisopliae* e inseticidas com a nova metodologia de monitoramento de *M. fimbriolata* é o método mais adequado para controlar as populações de cigarrinha-da-raiz por proporcionar maior eficiência de controle da praga em cana-de-açúcar.

A associação de *M. anisopliae* com Thiamethoxan e Imidacloprido é eficiente para o controle de *M. fimbriolata* e pode ser utilizada em cultivos de cana-de-açúcar. A utilização de 3×10^{12} con ha⁻¹ de *M. anisopliae* com 65 g ha⁻¹ de Thiamethoxan é a mais adequada para controlar *M. fimbriolata* por proporcionar maior eficiência com menor custo de controle por hectare.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos, nesse trabalho, incrementam o conhecimento relacionado ao controle e monitoramento de *M. fimbriolata* em cana-de-açúcar. Além disso, a maior contribuição, desse estudo, é a possibilidade da associação de *M. anisopliae* com os inseticidas químicos Thiamethoxan e Imidacloprido para o manejo de *M. fimbriolata* em canaviais.

A associação de 3×10^{12} con ha⁻¹ de *M. anisopliae* com 65 g ha⁻¹ de Thiamethoxan forneceu segurança para as plantas de cana-de-açúcar até aos 75 dias após o tratamento visando, o controle de *M. fimbriolata* em cana-de-açúcar. Assim, as empresas e/ou produtores de cana-de-açúcar podem utilizar os resultados obtidos, da seguinte forma:

O monitoramento das populações de *M. fimbriolata* deve ser efetuado no início primeiras chuvas, ou seja, após o período de diapausa dos ovos da cigarrinha-da-raiz. O momento de aplicação de produtos fitossanitários para o controle de *M. fimbriolata* será quando o número de ninfas grandes for maior que o de pequenas e médias. Neste período, a população de adultos de *M. fimbriolata* também serão amostrados e isto pode indicar que os ovos viáveis, obtiveram condições favoráveis para que as ninfas eclodissem e a possibilidade de ressurgência da praga será menor. Nesta situação, recomenda-se optar pela utilização dos fungos entomopatogênicos. É importante ressaltar, que as áreas com histórico de elevadas infestações de *M. fimbriolata* devem ser priorizadas nos programas de monitoramento da praga.

Talhões e/ou fazendas de cana-de-açúcar distantes ou de difícil acesso para as equipes de campo, devem ser tratadas com a associação de 3×10^{12} con ha⁻¹ de *M. anisopliae* com 65 g ha⁻¹ de Thiamethoxan, proporcionando maior eficiência de controle 75 DAT.

ANEXO 01– Normas editoriais do periódico Arquivos do Instituto Biológico

Preparação dos originais

O original deve ser submetido apenas na forma eletrônica através do e-mail arquivos@biologico.sp.gov.br. O arquivo não deverá exceder 2 Mb. No e-mail de encaminhamento deverá constar nome por extenso, endereço completo (Instituição/Universidade, Centro/Faculdade, Laboratório/Departamento, endereço postal), endereço eletrônico e CPF de todos os autores.

Apresentação: os trabalhos deverão ser digitados em Word 97 ou versão superior, página A4, com margens de 2,5 cm, fonte Times New Roman, tamanho 12, espaço duplo e páginas numeradas em seqüência. As linhas deverão ser numeradas de forma contínua, utilizando a ferramenta Layout em Configurar Página. O máximo de páginas será 25 para artigos de revisão, 20 para artigos científicos e 10 para comunicação científica, incluindo tabelas e figuras.

Artigo científico: compreenderá os seguintes itens: título, nome do(s) autor(es), endereço do primeiro autor e local de origem dos demais autores, resumo em português, palavras-chave, título em inglês, abstract, key words, introdução, material e métodos, resultados, discussão, conclusões, agradecimentos e referências.

Aprovação do trabalho pela Comissão de Ética e Biossegurança: quando o trabalho envolver estudos em animais de experimentação e/ou organismos geneticamente modificados, incluir o número do processo no trabalho e encaminhar uma cópia da aprovação fornecida pelo respectivo Comitê responsável da Instituição de origem do primeiro autor.

Idioma: o trabalho poderá ser redigido em português, inglês ou espanhol. Quando escrito em português, o resumo deverá ter uma versão em inglês. No caso de artigo escrito em inglês ou espanhol deverá ter um resumo em inglês ou espanhol e outro em português.

Título: embora breve, deverá indicar com precisão o assunto tratado no artigo, focalizando bem a sua finalidade principal.

Endereço(s) do(s) autor(es): abaixo do(s) nome(s) do(s) autor(es), com chamada numérica. Descrever endereço postal (Instituição/Universidade, Centro/Faculdade, Laboratório/Departamento, estado, país) e eletrônico do autor principal. No rodapé da primeira lauda descrever somente a Instituição e Departamento dos demais autores.

Resumo: deverá apresentar concisamente o objetivo do trabalho, material e métodos e conclusões, em um único parágrafo. Não ultrapassar 250 palavras.

Palavras-chave: abaixo do resumo e separado por um espaço, citar no máximo cinco palavras-chave, separadas por vírgula. Evitar termos que apareçam no título.

Abstract: apresentar uma tradução para o inglês, do título do trabalho e do resumo. A seguir, relacionar também em inglês (ou espanhol) as mesmas palavras-chave (key words, palabras-clave) já citadas. Não ultrapassar 250 palavras.

Introdução: descrever a natureza e o objetivo do trabalho, sua relação com outras pesquisas no contexto do conhecimento existente e a justificativa da pesquisa feita.

Material e Métodos: apresentar descrição breve, porém suficiente para permitir uma repetição do trabalho. Técnicas e processos já publicados, exceto quando modificados, deverão ser apenas citados. Nomes científicos de espécies, bem como drogas, deverão ser citados de acordo com regras e padrões internacionais.

Resultados: apresentá-los acompanhado de tabelas e/ou figuras, quando necessário. As tabelas e figuras devem ser inseridas após as referências.

Discussão: discutir os resultados obtidos comparando-os com os de outros trabalhos publicados (resultados e discussão poderão fazer parte de um único item).

Tabelas e Figuras: incluir título claro e conciso que possibilite o seu entendimento sem consultas ao texto. As tabelas não deverão conter linhas verticais. No texto, use a palavra abreviada (ex.: Fig. 3). As figuras devem estar no formato jpg (fotos) ou gif (gráficos e esquemas) e com tamanho inferior a 500 Kb. As figuras originais ou com maior resolução poderão ser solicitadas após o aceite. Devem ser enviadas em arquivos individuais e nomeadas de acordo com o número da figura. Exemplos: Fig1.gif, Fig2.jpg.

Conclusões: serão citadas em ordem de importância. Poderão constituir um item à parte ou serem incluídas na discussão.

Agradecimentos: poderão ser incluídos a pessoas ou instituições. Referências e citações no texto: citações no texto e referências estão diretamente vinculadas. Todos os autores citados devem figurar nas referências, exceção para informações obtidas por canais informais que deverão ser citadas apenas no texto: (JUNQUEIRA, comunicação pessoal), (JUNQUEIRA, informação verbal). A referência no texto deve seguir o sistema sobrenome do autor e ano de publicação e deverá estar em caixa alta reduzida ou versalete, tal como: 1 autor - ALLAN (1979) ou (ALLAN, 1979); 2 autores –

LOPES; MACEDO (1982) ou (LOPES; MACEDO, 1982); mais de 2 autores - BESSE et al. (1990) ou (BESSE et al., 1990); coincidências de autoria e ano de publicação - (CURI, 1998a), (CURI, 1998b) ou (CURI, 1998a, 1998b). As referências deverão ser baseadas na Norma NBR 6023/2002, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), e estar em ordem alfabética de primeiro autor. A exatidão dos dados nas referências é da responsabilidade dos autores.

ANEXO 02 – Normas editoriais do periódico The Florida Entomologist

EDITORIAL COMMENTS

<http://www.flaentsoc.org/authins.html>

Disk & Typescript Submission Requirements:

1. Please use the following guidelines when submitting articles for publication:

All submissions must be in MICROSOFT WORD. ALL TEXT SHOULD BE LEFT JUSTIFIED. DO NOT USE HYPHENATION ON LINE ENDINGS. Incompatible files can not be used and will not be published.

Title Page

2. Number pages as 1 -title page, 2 -abstract and key words, 3 -Resumen, 4+ text.

3. All words in title in uppercase letters.

4. Insert (Order: Family) in the title.

5. Use either ESA accepted common name or Latin binomial, not both.

6. Delete systematic authority from Latin binomial in title.

7. Authors' names in uppercase letters. If authors are not from a single affiliation, type author names, separated by commas. Use a superscript numeral to designate each affiliation. Drop down and type the affiliations in order of appearance on the author line and designate by the appropriate superscript.

8 Name, address, and phone number for galley proofs belong in the upper right corner beginning one line below the running head.

9. Type a running head of no more than 55 characters (including author designation) beginning in the upper left corner of the title page. Underline except for words that would normally be in italics. Use the form: Jones: New Method for Fly Control; For two authors use Jones & Smith., and for more than two, Jones et al... Scientific Notes carry a running head of Scientific Notes. DO NOT PLACE RUNNING HEAD ON SAME LINE AS ANY OTHER TEXT.

Order

10. Sections of the manuscript should be in the following order: title page, abstract, key words, resumen, text, acknowledgment or end note, references cited, footnotes, tables,

figure legends, figures. The title page, abstract and resumen, footnotes, each table, and the list of figure legends must be on separate pages.

Abstract

11. CENTER the word ABSTRACT, typed entirely in capital letters and not underlined. Indent the first paragraph. On the page following the English abstract center the title RESUMEN. If you have prepared a Spanish translation place it here, other wise leave it blank. Do not attempt a translation unless you or your translator are very fluent in Spanish. Spanish abstract Editor will provide translation.

12. Give the systematic authority at first mention in the abstract and the text. Spell out all authorities except Linnaeus and Fabricius.

Key Words

13. Type 4-6 key words other than those in the title directly below abstract.

Text

14. Indent first paragraph of the introduction and do not type the first words entirely in capitals.

15. Routine use of common name acronyms is not encouraged. Please write out the common name or use the Latin binomial with the genus abbreviated. Ensure that you have not unnecessarily repeated the name of the organism where it is clear to which animal you are referring. If the article is about the cabbage looper, you do not have to say "cabbage looper larvae", just say "the larvae".

16. Use "approximately", "about", or a similar term, not "ca.".

17. Avoid the term "prior to". Use "before".

18. The words "since" and "while" should be used only in a temporal sense. Do not use "since" as a synonym for "because".

19. "That" is used of persons, animals, or things; "which", only of animals or things ("who" preferably designates the individual or distinguishes each member of a group, whereas "that" identifies the group or class itself). Clauses essential to the sense of a sentence (called restrictive clauses) are introduced by "that". Nonrestrictive clauses--those that describe their antecedents--are introduced by "which". Nonrestrictive clauses are parenthetical and may be omitted without harm.

20. "compared with," not "compared to."

21. Plural/singular noun requires plural/singular verb.
22. No comma, the terms are not equal (the lycaenid Eumaeus atala).
23. Insert comma, the terms are equal (a lycaenid, Eumaeus atala).
24. Improper abbreviation. See CBE Style Manual.
25. Use "per" unless reporting unit/unit measurement.
26. Use metric units only. Report English units in parentheses if deemed necessary.
27. Do not abbreviate "liter".
28. Specify photoperiod as "a photoperiod of __:__ (L:D)."
29. Use "h" to abbreviate hour. Use "hours" for military time (1330 hours). Use "s" to abbreviate second.

Headings

30. Please use the heading MATERIALS AND METHODS not Methods and Materials.
31. Delete the heading "Introduction". This section is not labeled.
32. PRIMARY HEADINGS are CENTERED and in ALL CAPITAL LETTERS. DO NOT UNDERLINE.
33. SECONDARY HEADINGS are placed flush left with capitalization of the first letter of each major term. Do not underline. Drop down one line, and indent to begin the first sentence of the section.
34. Tertiary Headings. These are indented with capitalization of the first letter of each major term, underlined to indicate italics, and followed by a period. Immediately begin the first sentence of the section.

Citations in Text

35. Tables and figures must be cited in numerical order in the text. Each figure or table must be cited.
36. Reference citations in the text are separated by commas, not semicolons. Do not use a comma between author's name and date.
37. Use an ampersand (&) for "and" in text citations.
38. Do not underline "et al.", "ad hoc", or similar Latin phrases. Properly abbreviate "al."
39. If unpublished data is all from the authors of the paper cite as "(unpublished data)." If the data are from only 1 (or more) of the authors, cite as "(R.F.K & R.M.N., unpublished data)."

40. Unpublished data or a personal communication from a person other than the authors will not be published without a corroborating letter from the person cited. Please provide an affiliation sufficient for a reader to contact the communicant when citing unpublished work or personal communications.

41. In parentheses, give the manufacturer's name and address, and model number or similar identifier if relevant.

Statistical Presentation

42. Describe statistical methods in full in Materials and Methods together with citation of the methodology or software used.

43. When presenting the results of analysis of variance (or t test), specify F (or t), degrees of freedom, and Probability (or α) level either in text or in appropriate table footnotes. Present similar parameters for other statistical tests.

44. Multiple mean separation tests (Duncan, SNK, Dunnet, various so-called 'Ryans' tests, etc.) are increasingly in disfavor throughout the statistical community, having been called into question by such luminaries as Fisher, Yates, and even Duncan. The use of such tests is strongly discouraged. (If you are compelled to use an MMST we suggest the Waller-Duncan k-ratio t test). In many cases the simple presentation of means with descriptive statistics such as standard deviation, standard error of the mean, coefficient of variation, confidence limits, or variance will suffice.

Insecticides and Similar Compounds

45. Define terms such as EC, WP; then use abbreviation.

46. Use accepted common names for insecticides. Trade names may be given in parentheses at first mention in text, with name and location of manufacturer. Provide the chemical name for those without an accepted common name at first use in abstract and text.

Acknowledgment or Endnote

47. Place disclaimers, journal series numbers, funding sources, address changes other than correspondent, work as part of postgraduate degree requirements, etc. here, not in a footnote. If only acknowledgment is included, head as "ACKNOWLEDGMENT", if other information is included, head as "ENDNOTE." Do not use titles before names.

Generally, people precede institutions and institutions precede grants. Spell out institutions.

Footnotes

48. Generally to be avoided. Use to indicate the address to which reprint requests should be sent, if different from the address (affiliation) of the senior author.

Figures

49. Figures must be submitted appropriately assembled (camera ready). Paste up separate units of a multiple figure into a single plate. Label appropriately.

50. Provide a separate legend for each figure or combine into a plate.

51. Photo may not reproduce well.

52. Photo or figure does not seem necessary.

53. Photo or figure not cited in text.

Tables

54. Table legend in uppercase.

55. Cite table in text.

56. Prepare table as in CBE style manual or consult past issues of Florida Entomologist.

57. Use superscript numbers to reference table footnotes.

References Cited

58. Begin on a new page.

59. All author names should be in uppercase, e.g., JONES, E. G., AND HOWARD, A. B. 1988.

60. When citing references from a book use following order: JONES, E. G. 1988. Sampling techniques, pp. 34-45 IN A. B. Howard [ed.] Insect Collecting Procedures. Bradberry Publications N. Y. 200 pp.

61. Not in journal style, change as indicated or check recent issues for style.

62. Spell out place or geographic names in journal titles (Mexicana, Georgia, Canadian, Australian, Florida, etc.)