

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

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)

MARIANA HOLLANDA GASSEN

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP – Câmpus de
Botucatu, para obtenção do título de
Doutor em Agronomia – Proteção de
Plantas.

BOTUCATU – SP
Julho - 2010

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

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)

MARIANA HOLLANDA GASSEN

Orientador: Prof. Dr. Antonio Batista Filho

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP – Câmpus de
Botucatu, para obtenção do título de
Doutor em Agronomia – Proteção de
Plantas.

BOTUCATU – SP
Julho - 2010

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO
DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA
- LAGEADO - BOTUCATU (SP)

G251p Gassen, Mariana Hollanda, 1981-
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) / Mariana Hollanda Gassen.
- Botucatu : [s.n.], 2010.
78 f. : il. color., gráfs. color., tabs.

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2010
Orientador: Antonio Batista Filho
Inclui bibliografia.

1. Cigarrinhas da cana. 2. Controle microbiano. 3. Controle biológico. 4. Fungos entomopatogênicos. 5. Patogenicidade. I. Batista Filho, Antonio. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. III. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

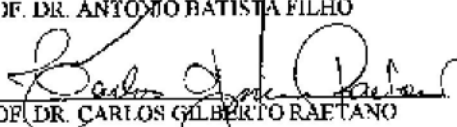
TÍTULO: "PRODUÇÃO E EFICIÊNCIA DE ISOLADOS DE Metarhizium anisopliae
(Metsch.) Sorok. NO CONTROLE DA CIGARRINHA-DAS-RAÍZES DA
CANA-DE-AÇÚCAR, Melanthera fimbriolata (Stal, 1854) (HEMIPTERA:
CERCOPIDAE)"

ALUNA: MARIANA HOLLANDA GASSEN


ORIENTADOR: PROF. DR. ANTONIO BATISTA FILHO

Aprovado pela Comissão Examinadora


PROF. DR. ANTONIO BATISTA FILHO



PROF. DR. CARLOS GILBERTO RAETANO



PROF. DR. EDSON LUÍZ LOPES BAEDIN



PROF. DR. JOSÉ EDUARDO MARCONDES DE ALMEIDA



PROF. DR. LUÍS GARRIGÓS LEITE

Data da Realização: 25 de maio de 2010.

**"Sucesso é acordar de manhã,
não importa quem você seja, onde você esteja,
se é velho ou se é jovem
e sair da cama porque existem coisas importantes que você
adora fazer, nas quais você acredita, e em que você é bom.
Algo que é maior do que você,
que você quase não agüenta esperar para fazer hoje."**

Whit Hobbs

Aos meus pais,

Airton e Noemy,

pelo amor, apoio, educação,

eterna confiança,

compreensão e por incentivarem meus sonhos e desejos.

DEDICO

Aos meus irmãos,

Junior, Lilian e Patrícia

Aos meus cunhados e cunhadas,

Pedro, Lívia, Marisângela, Geraldo, Rogério, Aline e Gilberto,

pelo carinho, pela amizade, pelas palavras,

pela torcida e pelo incentivo.

OFEREÇO

Ao meu namorado,

Lucas Cardoso,

pela amizade, compreensão e paciência,

pelo incentivo e por não me deixar desistir nunca.

Pelo amor e por me fazer feliz.

OFEREÇO ESPECIALMENTE

AGRADECIMENTOS

Ao *Dr. Antonio Batista Filho*, pela confiança e incentivo, pela ajuda e por ter me escutado e me apoiado quando mais precisei. Pelos ensinamentos e pelo exemplo profissional e pessoal.

À *Universidade Estadual Paulista*, especialmente ao *Departamento de Produção Vegetal* e ao *Instituto Biológico*, pela oportunidade para realização da pós-graduação e pela minha formação acadêmica.

Ao *Dr. José Eduardo Marcondes de Almeida*, por ter me inserido no mercado de trabalho e sempre me ajudar profissionalmente. Pelos ensinamentos e por ter me ajudado quando tudo parecia perdido.

Ao *Grupo Cosan* por ter cedido à área comercial para a instalação dos experimentos, assim como toda a estrutura necessária para a realização do mesmo.

Ao supervisor *Héres de Almeida Souza*, por acreditar no meu trabalho e não me deixar desistir do emprego, do doutorado e, principalmente, do meu futuro. Por todas as oportunidades e ensinamentos. Pela amizade e pelo exemplo profissional.

Aos gerentes *Rogério do Nascimento* e *Rodrigo Rodrigues Vinchi* pelos ensinamentos, pelas oportunidades de crescimento profissional, pelo respeito, por me fazer acreditar que “posso mais”. Pela amizade e pelo exemplo de gestão.

À bióloga *Márcia Turse* pelo auxílio na condução dos trabalhos em laboratório e ao técnico *Adriano* pelo auxílio na condução dos trabalhos em campo. A *equipe de campo do Desenvolvimento Agrônomo* pelo auxílio nos levantamentos dos trabalhos em campo.

Aos *colaboradores da minha equipe de trabalho* por todo incentivo na fase final do curso, por me ensinarem e por me deixarem ensinar, por me fazerem trabalhar feliz.

Aos meus futuros sogros *Raimundo* e *Vânia* pelo incentivo, pelas palavras de conforto e pela torcida.

Às amigas *Inajá Wenzel* e *Aline Almeida* por, mesmo distantes, continuarem me ajudando e me incentivando a seguir em frente.

SUMÁRIO

RESUMO.....	01
SUMMARY.....	03
1 INTRODUÇÃO.....	05
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	08
2.1 A cultura da cana-de-açúcar.....	08
2.2 A cigarrinha-das-raízes da cana-de-açúcar, <i>Mahanarva fimbriolata</i>	10
2.2.1 Descrição e bioecologia.....	10
2.2.2 Danos econômicos.....	13
2.2.3 Monitoramento da população da cigarrinha-das-raízes.....	15
2.3 Medidas de controle de <i>M. fimbriolata</i>	16
2.3.1 Controle químico.....	16
2.3.2 Controle cultural e varietal.....	17
2.3.3 Controle biológico.....	18
2.4 Produção de fungos entomopatogênicos.....	22
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	26
3.1 Isolados do fungo <i>Metarhizium anisopliae</i>	26
3.2 Produção do fungo <i>M. anisopliae</i> em arroz.....	27
3.3 Eficiência dos isolados selecionados de <i>M. anisopliae</i> , em condições de campo....	29
3.4 Manejo da população da cigarrinha-das-raízes em área comercial.....	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
4.1 Produção do fungo <i>M. anisopliae</i> em arroz.....	33
4.2 Eficiência dos isolados selecionados de <i>M. anisopliae</i> , em condições de campo....	41
4.3 Manejo da população da cigarrinha-das-raízes em área comercial.....	54
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	63
6 CONCLUSÕES.....	64
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	65

RESUMO

A cana-de-açúcar colhida sem queima é uma realidade em todo o Estado de São Paulo e os ataques da cigarrinha-da-raiz da cana estão cada vez mais frequentes e intensos. O controle biológico desta praga com o fungo *Metarhizium anisopliae* também vem se desenvolvendo e adquirindo relevada importância. Com isso, este trabalho foi conduzido com os seguintes objetivos: avaliar a produção de conídios de diferentes isolados para o controle da cigarrinha-das-raízes, a partir de dois tipos de arroz; avaliar a eficiência dos isolados selecionados como mais produtivos em populações naturais de *Mahanarva fimbriolata*, na cultura da cana-de-açúcar colhida mecanicamente e; verificar o manejo da população de *M. fimbriolata* em áreas de cana-de-açúcar colhidas sem queima da palha, observando a influência da umidade sobre sua ocorrência. Foram avaliados 14 isolados, os quais foram produzidos em arroz tipo 1 e arroz parboilizado, em sacos de polipropileno, incubados em sala climatizada para desenvolvimento do fungo. Avaliou-se a concentração e viabilidade de cada isolado para os dois tipos de arroz. Os isolados que apresentaram maior produtividade foram aplicados em campo para avaliar a patogenicidade dos mesmos à cigarrinha-das-raízes, sendo eles: ESALQ 1037, IBCB 425, IBCB 353, IBCB 410, F 99 e IBCB 333. Foram pulverizados 2 kg/ha de arroz+fungo, contendo $1,0 \times 10^{12}$ conídios/ha, além do tratamento com o inseticida tiametoxam 250 WG e a testemunha, sem aplicação. As avaliações foram realizadas aos 15, 30, 60, 90 e 120 dias após a aplicação (DAA),

observando-se o número de ninfas e adultos de *M. fimbriolata* vivos, mortos, parasitados ou não, em cada parcela. A partir dos resultados, foi possível observar que os isolados IBCB 410 e F 99 causaram, respectivamente, mortalidades de 66,67 e 33,33% para ninfas, aos 15 DAA. Após 30 DAA, os isolados IBCB 425, IBCB 353 e IBCB 333 apresentaram eficiência de 66,67%; o isolado F 99 proporcionou eficiência semelhante ao inseticida tiametoxam, atingindo 83,33% de eficiência no controle de ninfas. A eficiência de controle de ninfas aos 60 DAA do fungo foi mantida pelos isolados IBCB 425 e IBCB 353, com porcentagens de 94,44 e 55,56%, respectivamente. Aos 90 DAA, a eficiência dos isolados de *M. anisopliae* variaram de 0 a 77,78%. Os isolados IBCB 353 e IBCB 410 não apresentaram eficiência de controle. O isolado IBCB 333 obteve 72,22% de eficiência, semelhante ao inseticida tiametoxam, com 77,78%. Os isolados E 1037, F 99 e IBCB 425 mostraram eficiências de 55,56, 50,0 e 38,89%, respectivamente. Aos 120 DAA, todos os tratamentos apresentaram número de ninfas inferior ao observado na testemunha, com índices de eficiência variando entre 12,5% a 100%. Quanto ao manejo da cigarrinha-da-raiz, verificou-se que para cada região de cultivo a flutuação populacional da praga é influenciada pelas características da área, como precipitação, temperatura e variedade cultivada. Também ficou evidenciado que o fungo *M. anisopliae* é eficiente para o controle de *M. fimbriolata* em cana-de-açúcar.

Palavras-chave: controle microbiano, fungos entomopatogênicos, controle biológico, patogenicidade, cigarrinhas da cana.

PRODUCTION AND EFFICIENCY OF *METARHIZIUM ANISOPLIAE* (METSCH.) SOROK. ISOLATES AND CONTROL OF THE SUGARCANE ROOT SPEATLEBUG, *MAHANARVA FIMBRIOLATA* (STAL, 1854) (HEMIPTERA: CERCOPIDAE) 2010. 78p. Tese (Doutorado em Agronomia – Proteção de Plantas) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.
Author: MARIANA HOLLANDA GASSEN
Adviser: ANTONIO BATISTA FILHO

SUMMARY

The sugar cane is harvested without burning a reality throughout the state of Sao Paulo and the attacks of the leafhopper-root cane are increasingly frequent and intense. Biological control this pest with the *Metarhizium anisopliae* also has been developing and acquiring increasing importance. Therefore, this work was conducted to evaluate the production of conidial selected for the control of root speatlebug in two types of rice, evaluate the efficiency of the isolates selected as the most productive in natural populations of *M. fimbriolata*, the culture of cane sugar harvested mechanically, monitor the population of *M. fimbriolata* in areas of sugarcane harvested without burning the straw, and the influence of temperature and humidity on its occurrence. We evaluated 14 isolates, which were produced in rice type 1 and parboiled rice in polypropylene bags, incubated in a room for fungal growth and were evaluated the concentration and viability of each isolate for both types of rice. The isolates that had higher yields were applied in the field to assess the pathogenicity of the same root speatlebug, namely: ESALQ 1037, IBCB 425, IBCB 353, IBCB 410, F 99 and IBCB 333. Were sprayed 2 kg / ha of rice + fungus, containing $1,0 \times 10^{12}$ conidia / ha, in addition to treatment with the insecticide tiametoxam 250 WG and the control. Evaluations were performed at 15, 30, 60, 90 and 120 days after the application, noting the number of nymphs and adults of *M. fimbriolata* alive in each plot, and the number of nymphs and adults dead, infected and non-parasitized. From the results, it was observed that isolates IBCB 410 and F 99 caused mortality to nymphs of 66.67 and 33.33%, respectively, at 15 days after application. After 30 days of spraying, the isolates IBCB 425, IBCB 353 and IBCB 333 had efficiencies of

66.67%, and the isolated F 99 obtained similar efficiency to the insecticide tiametoxam, reaching 83.33% efficiency for the nymphs. The efficiency of nymphs after 60 days of application of the fungus was maintained by the isolated IBCB 425 and IBCB 353, giving percentages of efficiency in the order of 94.44 and 55.56% respectively. After 90 days of application, the efficiency of the isolates of *M. anisopliae* ranged from 0 to 77.78%. Isolates IBCB 353 and IBCB 410 did not have control efficiency. Isolate IBCB 333 obtained similar efficiency to the insecticide Tiametoxam, reaching 72.22 and 77.78% respectively. Isolates E 1037, F 99 and IBCB 425 showed percentages of 55.56, 50.0 and 38.89, respectively. While at 120 days, all treatments showed the number of nymphs lower than that observed in control, with efficiency rates of 12.5% to 100%. As to the management of the root speatlebug was found that for each region of the growing fluctuation of the pest population is influenced by the characteristics of the area, such as rainfall, temperature and cultivar. It was also found that the fungus *M. anisopliae* is effective for controlling *M. fimbriolata* in sugarcane.

Keywords: microbial control, entomopathogenic fungi, biological control, pathogenicity, leafhoppers cane.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é líder mundial na produção canavieira, seguido da Índia, China e Tailândia. Em 2010, estima-se um cultivo de 8.091,5 mil hectares, uma produção de 664.333,4 mil toneladas e uma produtividade de 82.103 kg/ ha (CONAB, 2010). O Estado de São Paulo é o principal produtor brasileiro com estimativa de área colhida de 3,28 milhões de hectares e produção de 282,9 milhões de toneladas (VEIGA FILHO et al., 2008). Para os próximos anos, os mercados do açúcar e do álcool serão norteados pela crescente demanda por álcool combustível e para atender uma maior demanda mundial de açúcar (FNP, 2006).

Apesar da grande importância da cultura da cana-de-açúcar para o Brasil, as extensas e contínuas áreas de produção em monocultivo, assim como o avanço tecnológico podem favorecer a ocorrência de pragas e doenças a níveis de danos econômicos. Como, por exemplo, em decorrência do aumento da área de cana colhida mecanicamente e da crescente proibição de queima para o corte no Estado de São Paulo, vêm-se observando mudanças no manejo da cultura e, como consequência, em muitas regiões, algumas pragas anteriormente mantidas sob controle pelos métodos naturais, como a despalha da cana pelo fogo antes da colheita, atualmente se tornaram nos mais preocupantes problemas para a cultura (DINARDO-MIRANDA, 1999). Dentre essas pragas, destaca-se a cigarrinha-das-raízes, *Mahanarva fimbriolata*, a qual se tornou praga relevante a partir do final da década de 1990 e atualmente pode atingir prejuízos de 60% ou mais em produtividade agrícola e nas qualidades industriais da matéria-prima. No sistema de colheita mecanizada, o acúmulo de palha contribui

para manter a umidade do solo, favorecendo significativamente o crescimento populacional desse inseto-praga (DINARDO-MIRANDA, 1999).

Os fatores climáticos têm grande influência na dinâmica populacional desses hemípteros, modificando diretamente a duração do ciclo de vida e o potencial reprodutivo das fêmeas e, indiretamente, a população de seus inimigos naturais e de suas plantas hospedeiras (BOTELHO et al., 1977; BARBOSA et al., 1979; MENDES et al., 1977). Segundo Garcia (2006), no Estado de São Paulo, o ciclo de *M. fimbriolata* inicia-se em setembro, normalmente, com o início do período das chuvas. A ausência do inseto de maio a setembro é decorrente da associação da falta de água, temperatura mais baixa e menor fotofase. Assim, os ovos colocados na base da touceira na geração de março-abril, encontrando déficit de água entre abril-maio, permanecendo em diapausa até setembro, quando se inicia um novo ciclo.

O principal dano causado pela cigarrinha-das-raízes causa nos canaviais é a "queima da cana" devido à inoculação de toxinas, uma consequência direta do ataque nas folhas, e se manifesta poucos dias depois da alimentação efetuada pelos adultos. Os adultos, ao injetarem toxinas, produzem pequenas manchas amarelas longitudinalmente em torno dos pontos picados nas folhas. Com o passar do tempo, tornam-se avermelhadas e, finalmente, opacas reduzindo sensivelmente a capacidade de fotossíntese das folhas e o conteúdo de sacarose do colmo. As manchas amareladas são numerosas e geralmente muito extensas em cada folha, começando pelas mais velhas para as mais novas, chegando a atingir toda a planta (GUAGLIUMI, 1972-1973). Além disso, em consequência do ataque dos adultos e das ninfas, o processo de fotossíntese é reduzido e, como não ocorre a formação de açúcares nas folhas, não há acúmulo nos colmos e eles se tornam menores, mais finos e com entrenós mais curtos (DINARDO-MIRANDA, 2008).

O monitoramento da população da cigarrinha-das-raízes é imprescindível para se decidir sobre a estratégia de controle da praga, quando realizado na primeira geração permite um controle mais eficiente (GARCIA & BOTELHO, 2006). Dessa forma, o manejo das áreas com problemas de cigarrinha-das-raízes, para ser bem sucedido, deverá englobar todas as ferramentas disponíveis, porém uma delas vem se destacando para o controle desta praga e deve ser priorizado, que é o controle microbiano com o fungo *Metarhizium anisopliae*.

Nos Estados do Nordeste, o fungo *M. anisopliae* vem sendo utilizado com grande sucesso no controle da cigarrinha-das-folhas, *Mahanarva posticata* na cultura da cana-de-açúcar, correspondendo a um dos mais bem sucedidos programas de controle biológico na América Latina (ALVES, 1998). Alguns trabalhos envolvendo avaliação de isolados foram conduzidos no Estado de São Paulo (ALMEIDA et al., 2002ab; BATISTA FILHO et al., 2002; LOUREIRO et al., 2005) e, atualmente vários produtores utilizam o fungo para o controle da cigarrinha-das-raízes em áreas comerciais.

Os objetivos deste trabalho foram:

- 1) Avaliar, em condições de laboratório, a produção e a viabilidade de conídios de diferentes isolados selecionados para o controle da cigarrinha-das-raízes, em dois tipos de arroz, visando a produção massal;
- 2) Avaliar a eficiência dos isolados selecionados como mais produtivos em populações naturais de *M. fimbriolata*, na cultura da cana-de-açúcar colhida mecanicamente;
- 3) Avaliar o manejo da população de *M. fimbriolata* em áreas de cana-de-açúcar colhidas sem queima da palha.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A cultura da cana-de-açúcar

A cultura da cana-de-açúcar pertence à família Poaceae e ao gênero *Saccharum*, que abrange várias espécies, porém as canas atualmente cultivadas, na sua maioria, são híbridas. É uma planta perene e própria de climas tropicais e subtropicais (CLAYTON & DANIELS, 1975).

O centro de origem das espécies de cana-de-açúcar ainda é incerto, porém as ilhas do Arquipélago da Polinésia, a Nova Guiné e a Índia estão entre as regiões mais citadas, acreditando assim, que a cana-de-açúcar seja nativa do sudeste da Ásia (ROACH & DANIELS, 1987).

A introdução da cana-de-açúcar no continente americano ocorreu sem muito sucesso em 1493 e, somente mais tarde, em 1509, no início da colonização espanhola que a cana foi novamente introduzida. Alcançou o México em 1520 e a partir disso foi disseminada por toda a América (STEVENSON, 1965).

No Brasil, as dúvidas sobre os primeiros 30 anos de colonização são muitas, porém o que se diz é que a introdução da cana no Brasil se deu a partir de mudas da Ilha da Madeira, em 1502. Na época 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 (CÔRREA, 1926). O começo da agroindústria de cana-de-açúcar no Brasil

ocorreu com a construção dos engenhos em Pernambuco, Bahia e Alagoas, a partir de 1535. Na década de 1580, o Brasil já havia conquistado o monopólio mundial de produção de açúcar e, assim a cana contribuía com o desenvolvimento do país (CÔRREA, 1935).

No século XVIII, o açúcar e a cana sofreram um declínio devido a forte concorrência do mercado europeu, pela fabricação de açúcar de beterraba. Somente na década de 1960, que se inicia o processo de modernização do setor sucroalcooleiro brasileiro, impulsionado por um momento muito favorável de alta de preços do açúcar e pela criação do Fundo Pró-Açúcar, em 1973, que financiou a modernização das usinas de açúcar e, para área agrícola, a Coopersucar e Planalsucar, que fortaleceram as ações de campo e promoveram o desenvolvimento tecnológico (FIGUEIREDO, 2008). Para estimular o consumo de álcool, em 1975, o governo cria o Proálcool e substitui parte do petróleo importado. Além disso, com esse programa lançou linhas de crédito estimulando a produção de cana e ampliação de usinas (PLANALSUCAR, 1975). A produção de cana que estava em 68 milhões de toneladas moídas, passou para 223 milhões na safra de 1990/1991, o que promoveu o desenvolvimento da cultura da cana para fins energéticos e promoveu a modernização e o desenvolvimento em todo o País (IEA, 2004).

A importância econômica da cana-de-açúcar é grande, visto que ela produz diversos alimentos para o homem e para animais, além de produzir o álcool combustível para a indústria automobilística, sendo o único país do mundo que utiliza em larga escala um combustível de biomassa para substituir derivados do petróleo, que é fóssil. Além disso, a cultura da cana-de-açúcar contém variáveis importantes do desenvolvimento sustentável, como a segurança energética, economia de divisas, geração de emprego e renda de forma descentralizada e respeito ao meio ambiente, com rígido controle da poluição e planejamento da utilização dos recursos naturais (UNICA, 2004).

Atualmente, a cana ocupa cerca de 7,0 milhões de hectares ou cerca de 2% de toda a terra arável do País e continua crescendo, não somente nas usinas tradicionais, mas em dezenas de novos empreendimentos que estão sendo instalados nas últimas safras, em áreas do oeste do estado de São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e no Norte e Nordeste brasileiros. O desenvolvimento tecnológico conseguido em todas as áreas do sistema produtivo da cana, a exemplo de variedades de cana mais adaptadas e produtivas, sistemas de manejo da cultura, manutenção da fertilidade do solo, mecanização

respeitando a sustentabilidade, entre outros, permitem ganhos de produtividade responsáveis pela redução da necessidade de ocupação de áreas agrícolas para incremento da produção (ROSSETTO, 2008).

Segundo Veiga Filho et al. (2008), para a safra 2014/2015, estima-se que o Brasil deverá aumentar ainda mais a produção de açúcar e álcool, alcançando a produção de 42,4 milhões de toneladas de açúcar, sendo o volume exportado de 29 milhões de toneladas e, 36 bilhões de litros de álcool, sendo o volume exportado de 8,0 bilhões de litros.

2.2 A cigarrinha-das-raízes da cana-de-açúcar, *Mahanarva fimbriolata*

2.2.1 Descrição e bioecologia

A cigarrinha-das-raízes, *Mahanarva fimbriolata*, foi descrita pela primeira vez por Stal (1854), no gênero *Monecphora* Amyot & Serville, 1843. Lallemand (1912) preferiu denominá-la *Tomaspis fimbriolata*, ficando assim denominada por muito tempo. Porém, revisando os cercopídeos neotropicais, Fennah (1968) redefiniu os diversos gêneros e transferiu a *T. fimbriolata* para o gênero *Mahanarva* Distant, 1909. Além disso, denominou outros gêneros, sendo eles: *Aeneolamia*, *Deois*, *Guarania*, *Mahanarva*, *Maxantonia*, *Monecphora*, *Sphenorhina*, *Tomaspis* e *Zulia*.

Guagliumi (1968) relata que as primeiras referências sobre cercopídeos prejudiciais à cana-de-açúcar no Brasil datam de 1918. Dentre esses, o gênero *Mahanarva* se destaca pela ampla distribuição e pela importância dos seus danos.

As cigarrinhas (Hemiptera: Cercopidae) são insetos sugadores e constituem-se em importantes pragas de diversas culturas, dentre elas a cana-de-açúcar. A cigarrinha-das-raízes é encontrada em praticamente todas as regiões canavieiras do Brasil, registros históricos comprovam que a cigarrinha-das-raízes está presente nos canaviais paulistas desde o século XX (MOREIRA, 1921), porém o primeiro relato de prejuízos econômicos causados por esta praga foi em 1971, quando lavouras em Piracicaba-SP foram severamente danificadas (AZZI & DODSON, 1971). Nesta mesma época, também foram feitos relatos de ataque desta espécie em outras regiões do Estado, causando prejuízos de

maior ou menor expressão em função das variedades cultivadas e das condições ambientais, principalmente temperatura e umidade (BOTELHO et al., 1976).

Apesar das previsões de que este inseto se tornaria um grave problema para o setor canavieiro na década de 70, considerando-se a perspectiva de incremento das lavouras irrigadas (BOTELHO et al., 1976), e da gravidade dos danos sob condições favoráveis ao seu desenvolvimento, relatos de ataques severos de *M. fimbriolata* continuaram a ser esporádicos (DINARDO-MIRANDA et al., 1999). Com isso, a cigarrinha-das-raízes foi considerada uma praga secundária para cana-de-açúcar durante muito tempo (DINARDO-MIRANDA et al., 2000).

No Estado de São Paulo, a *M. fimbriolata* tornou-se uma praga relevante a partir do final da década de 1990, quando ocorreu sensível incremento das áreas de colheita mecanizada. O uso do fogo no canavial limita o crescimento populacional da cigarrinha-das-raízes à medida que provoca a destruição das formas biológicas do inseto, especialmente ovos em diapausa (BALBO JR & MOSSIM, 1999). Além disso, neste sistema de colheita, o acúmulo de palha no ambiente contribuiu para manter a umidade do solo, favorecendo significativamente o crescimento populacional desse inseto (DINARDO-MIRANDA et al., 2003). Entretanto, tem-se observado uma tendência mundial de eliminação das queimadas como prática de manejo da colheita da cana-de-açúcar (MEYER & RICHARD, 1996). Isto porque, segundo Gonçalves e Souza (1998), no final da década de 1980, a sociedade civil, grupos ambientalistas e autoridades paulistas iniciaram um movimento exigindo medidas governamentais restritivas para queima da cana-de-açúcar, em busca de melhorias ambientais e na qualidade de vida nas regiões produtoras.

Como o corte manual da cana-de-açúcar sem a queima prévia da palha é uma operação perigosa para os cortadores, por aumentar os riscos de acidente de trabalho e, antieconômica para os produtores, em função da queda de rendimento do corte e conseqüente aumento nos custos da colheita, houve a necessidade de se investir na mecanização desta operação. Com esta drástica mudança no manejo da colheita, ocorrem reflexos imediatos nas características do agroecossistema da cana-de-açúcar resultando em alterações no perfil das pragas da cultura, principalmente no que se refere à composição das diferentes espécies e respectivas densidades populacionais (ARRIGONI, 1999).

O caso que chamou mais atenção dos produtores com a colheita mecânica da cana-de-açúcar foi o da cigarrinha-das-raízes, cujas populações aumentaram consideravelmente em muitas regiões que mudaram o sistema de colheita. Atualmente, a cigarrinha é encontrada em altas populações em praticamente todas as regiões de São Paulo e, em muitas delas, têm sido freqüentes os registros de danos também em áreas de colheita de cana queimada e de cana planta. Situação semelhante encontra-se em Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás, onde é comum a ocorrência de altas infestações de cigarrinha em cana planta e soqueiras de cana queimada, devido à vizinhança da cultura com vastas áreas de pastagens, cujos capins também são hospedeiros de *M. fimbriolata* (DINARDO-MIRANDA et al., 2003).

Com isso, num curto espaço de tempo, a cigarrinha-das-raízes, adquiriu o “status” de praga-chave da cultura e se tornou um dos principais desafios técnicos a ser equacionado nesse sistema de colheita (MACEDO et al., 2002).

Os adultos são de hábito crepusculares-noturnos e durante o dia ficam escondidos dentro dos cartuchos ou na parte inferior das folhas. Alimentam-se sugando seiva das folhas, principalmente das folhas apicais e das partes verdes do colmo (GUAGLIUMI, 1973). Apresentam aproximadamente 13 mm de comprimento por 6,5 de largura, os machos, são de coloração avermelhada, com asas orladas de castanho escuro e com uma faixa longitudinal da mesma cor. As fêmeas normalmente são mais escuras e de coloração marrom avermelhada, com faixas nas asas quase pretas. Após o acasalamento, as fêmeas ovipositam na superfície do solo, em reentrâncias próximas à base das touceiras. A longevidade dos machos é de cerca de 17 dias, enquanto as fêmeas vivem em média 22 dias, ovipositando entre 310 e 380 ovos. No período seco, estes ovos ficam em diapausa, com emergência das ninfas somente na estação chuvosa (GARCIA, 2002).

As ninfas são consideradas radicícolas por permanecerem durante todo o período de desenvolvimento se alimentando no sistema radicular de seus hospedeiros. Podem ser encontradas em raízes superficiais e radículas situada na base das touceiras, junto às linhas de cana-de-açúcar (GUAGLIUMI, 1972), em raízes mais profundas, quando existem fendas que permitam que elas se aprofundem no solo (MARICONI, 1963), ou em raízes adventícias ou aéreas da parte inferior dos colmos, em períodos de elevada umidade. Eventualmente se localizam nas entrelinhas de cana, sob o colchão de palha (MENDONÇA, 1996).

Segundo Moreira (1925), ao eclodirem, as ninfas medem apenas 1 mm de comprimento e, no final de seu desenvolvimento, após passarem por 5 ínstars, atingem cerca de 10 mm de comprimento. Durante toda a fase ninfal, a cigarrinha-das-raízes produz e fica envolta em uma densa espuma, a qual tem por função proteger as ninfas contra a dessecação, contra o ataque de formigas e outros inimigos naturais (GUAGLIUMI, 1972-1973). Em alguns casos pode reduzir a eficiência de controle desta praga por impedir o contato dos produtos com as ninfas (EL-KADI, 1977).

O ciclo biológico completo de *M. fimbriolata* pode variar de 63 a 79 dias, dependendo das condições de umidade e temperatura. As ninfas emergem dos ovos cerca de 20 dias após a postura, passam por 5 ecdises, num período de 30 a 40 dias e, atingem a fase adulta (GARCIA, 2002).

Os fatores climáticos têm grande influência na dinâmica populacional desses insetos modificando diretamente a duração do ciclo de vida e o potencial reprodutivo das fêmeas (BOTELHO et al., 1977). As ninfas começam a emergir dos ovos diapáusicos logo após as primeiras chuvas da primavera, assim o ciclo vital da cigarrinha-das-raízes inicia-se em setembro/outubro, com as populações de ninfas atingindo o ápice em dezembro/janeiro e reduzindo-se significativamente em abril, com o final das chuvas e início do inverno (DINARDO-MIRANDA, 2008).

2.2.2 Danos econômicos

Os danos causados pela cigarrinha-das-raízes podem ser diretos ou indiretos, quando interferem, respectivamente, na produtividade e na qualidade da matéria-prima. Os danos diretos são decorrentes do murchamento de colmos, do encurtamento dos entrenós, da brotação de gemas laterais e da morte de perfilhos, colmos ou até mesmo de touceiras (MOREIRA, 1921). Os danos indiretos resultam da redução da quantidade e qualidade do açúcar recuperável, do aumento do teor de fibras e impurezas, da diminuição da pureza do caldo e da presença de microrganismos que podem provocar a contaminação do caldo durante o processo industrial (MACEDO et al., 2002).

Mendonça (1996), afirma que tanto os adultos como as ninfas afetam o desenvolvimento das plantas e que ambos são responsáveis pelas perdas. Porém, Moreira

(1925) relata que os prejuízos causados por *M. fimbriolata* decorrem da sucção de seivas por ninfas e adultos, sendo as ninfas as principais responsáveis pelo definhamento das plantas.

Segundo Fewkes (1969), os danos à cana-de-açúcar são causados principalmente pelas formas jovens, que sugam grande quantidade de água e nutrientes das raízes e, neste processo injetam secreção salivar nos vasos do xilema. Porém, os adultos também causam danos às plantas, pois, ao sugarem a seiva das folhas, injetam saliva nos estomas e, esta é tóxica para planta, causando necrose nos tecidos foliares e radiculares.

Em consequência do ataque dos adultos e das ninfas, o processo de fotossíntese é reduzido e não ocorre a formação de açúcares nas folhas, com isso não há acúmulo nos colmos e eles se tornam menores, mais finos e com entrenós mais curtos. Além disso, sob infestações severas, os colmos apresentam-se desnutridos e desidratados, secando do topo para a base. As folhas tornam-se amareladas e, posteriormente, secas. Toda a planta pode atingir a morte e o canavial fica completamente seco, com aspecto queimado (DINARDO-MIRANDA, 2008).

Pode-se notar a grandeza dos danos causados pela cigarrinha-das-raízes em experimentos realizados em áreas infestadas, nos quais se faz a aplicação de inseticidas para o controle da praga. Dinardo-Miranda et al. (2001) verificaram que a produtividade de colmos em parcelas infestadas foi de 66,2 t/ha, 25% inferior à produtividade das parcelas onde se procedeu ao controle da praga.

Em Sergipe, registraram-se prejuízos causados pelo ataque da cigarrinha-das-raízes de aproximadamente 35% da produção total de açúcar do Estado (CAMINHA FILHO, 1945).

Dinardo-Miranda et al. (2000) relataram que, além da redução na produtividade, a cigarrinha-das-raízes reduz o teor de açúcar nos colmos e eleva o teor de fibra. Em experimentos, estes autores demonstraram que, em decorrência do ataque de cigarrinha, o teor de fibra aumentou de 11,1% para 12,2 e, o teor de açúcar diminuiu de 19,6 para 18,6%.

Barbosa (1998) verificou prejuízos severos em variedades sensíveis, tendo ocorrido produtividade de 30 t/ha de cana-de-açúcar com ataque da praga, em um local com estimativa de 70 t/ha. Estudos recentes também têm demonstrado que as quebras de produtividade agrícola podem ser significativas para muitas das variedades cultivadas

atualmente no país, onde, segundo Dinardo-Miranda et al. (1999), as reduções variam de 48 a 63,2 t/ha para as variedades RB72 454, RB82 5336, RB83 5486 e SP80 1816. Enquanto, Balbo Jr & Mossim (1999) observaram que os cultivares SP80 1842 e RB82 5336 estão entre as mais atacadas, seguidos pelos cultivares RB72 454 e RB83 5486.

A época de colheita da cultura também pode influenciar o nível de dano provocado pela cigarrinha-das raízes. Em experimentos com 18 genótipos, colhidos em três épocas ao longo da safra, Dinardo-Miranda et al. (2001) concluíram que a cultura colhida no início da safra suporta melhor o ataque da praga, provavelmente porque as plantas estão mais desenvolvidas. Além disso, esta cultura passa por um curto período de estresse hídrico, entre o final da época de ocorrência da cigarrinha e a colheita.

Analisando dados experimentais e de áreas comerciais, Dinardo-Miranda et al. (2003) relataram que as quebras de produtividade de açúcar podem chegar de 8 a 10%, enquanto em canaviais colhidos no meio e no final da safra, as perdas podem variar de 20 a 30% e de 20 a 50%, respectivamente.

Para definir com maior precisão os danos causados pela cigarrinha-das-raízes à cultura da cana-de-açúcar seria necessário mensurar as reduções na produtividade agrícola e de açúcar e ainda os prejuízos nos processos industriais, pois a capacidade de moagem diminuiu com canas atacadas, além destas trazerem contaminantes que dificultam a recuperação de açúcar e inibem a fermentação (DINARDO-MIRANDA, 2008).

2.2.3 Monitoramento da população da cigarrinha-das-raízes

Existe um consenso de que o sucesso no controle da cigarrinha-das-raízes, independentemente da estratégia utilizada, está condicionada a detecção da primeira geração da praga no campo (MENDONÇA, 1996; ALMEIDA, 2001). Assim, o acompanhamento da população da praga, a partir do momento em que as condições climáticas se tornam favoráveis à eclosão das ninfas, é ponto chave para seu manejo (GUAGLIUMI, 1973).

Segundo Almeida (2001), o monitoramento de *M. fimbriolata* pode ser feito por meio da captura de adultos em armadilha luminosa, armadilhas de coloração amarela impregnado com substância adesiva ou pela contagem direta de adultos e ninfas,

respectivamente nas folhas e no solo, sendo este o sistema de monitoramento mais freqüentemente empregado pelos produtores de cana-de-açúcar em áreas afetadas pela praga.

Para estimativa correta da população da praga que está ocorrendo em determinada área, estima-se que deva ser coletado um grande número de amostras, porém ainda não existe uma padronização na metodologia de amostragem empregada, havendo variações significativas quanto ao tamanho da amostra, ao número de pontos por amostragem e à distribuição dos pontos amostrais na área a ser monitorada.

Segundo Mendonça et al. (1996), a contagem de formas biológicas em 4 pontos de 2,5 metros lineares por talhão de até 5 hectares, distribuídos ao acaso na área a ser monitorada seria suficiente. Para Dinardo-Miranda et al., (2006) seriam necessários 4 pontos por hectare, porém cada ponto constituído de 2,0 metros de sulco. Almeida (2001), defende a contagem de ninfas em 3 a 5 pontos por hectare, sendo cada ponto representado por 2,0 metros lineares.

Após o monitoramento da praga, medidas de controle devem ser adotadas quando forem encontrados entre 1 e 2 adultos por cana, segundo Guagliumi (1972), enquanto Mendonça (1996) indica o controle na presença de 4 a 12 ninfas por metro linear de sulco e de 0,5 a 0,75 adultos por cana. Por sua vez, Almeida (2001) adota como nível de controle 3 a 4 ninfas por metro linear.

Dinardo-Miranda & Gil (2007), conduzindo ensaio para determinar o nível de dano econômico da cigarrinha-das-raízes para a cana-de-açúcar, verificaram que para variedades suscetíveis colhidas em final de safra está entre 3 e 5 insetos por metro e, para canas colhidas em começo de safra, o nível está entre 10 e 15 insetos por metro.

2.3 Medidas de controle de *M. fimbriolata*

2.3.1 Controle químico

O controle químico é uma ferramenta bastante valiosa no programa de manejo da cigarrinha, especialmente nos canaviais severamente atacados e, naqueles colhidos a partir de agosto, que sofrem maiores danos por causa do ataque da praga (DINARDO-MIRANDA, 2008).

Os inseticidas registrados para o controle de cigarrinha são thiamethoxam 250WG, na dose de 0,6 a 0,8 kg/ha, imidacloprid 480SC a 1,0 a 1,5 L/ha e aldicarb 150G, de 10 a 12 kg/ha (DINARDO-MIRANDA, 2008).

Quando corretamente utilizados, os inseticidas químicos promovem bom controle da praga, com significativos incrementos de produtividade de colmos e de açúcar. Para isso, as pulverizações devem ser realizadas durante o início da infestação, momento em que a densidade populacional da praga é reduzida e de distribuição localizada. A partir da segunda geração, a tentativa de controle é mais complicada porque a densidade populacional é bem maior e as plantas de cana-de-açúcar já estão bem desenvolvidas, dificultando a aplicação de inseticidas (EL-KADI, 1977).

Segundo Mendonça (1996), o uso de equipamentos tratorizados, com pingentes longos, adaptados à barra de pulverização é uma boa opção em grandes áreas, principalmente no início da infestação quando o tamanho das plantas ainda permite seu uso.

Dinardo-Miranda et al. (2004), avaliando dados experimentais e de campo, revelaram que, em áreas nas quais as infestações atingem níveis próximos ou superiores aos de dano, as respostas ao controle químico são mais significativas, quanto antes ele for adotado. Em outra pesquisa, Dinardo-Miranda et al., (2002) demonstraram que a aplicação de inseticidas mostra-se mais adequada quando efetuada de uma só vez, ao invés de parcelada ao longo do período de ocorrência da praga.

Apesar de ser uma alternativa eficiente o controle químico apresenta algumas desvantagens, como a ressurgência e aparecimento de novas pragas, surtos de pragas secundárias e resistência de pragas (GALLO et al., 2002). Além disso, apresenta elevado custo de aplicação e pode causar um desequilíbrio biológico no ecossistema da cultura, eliminando inimigos naturais presentes na área, por exemplo, a mosca predadora *Salpinogaster nigra*, cujas larvas se alimentam de ninfas da cigarrinha (GUAGLIUMI, 1969).

2.3.2 Controle cultural e varietal

O método mais adequado para reduzir os danos causados pela cigarrinha, assim como por qualquer outra praga, é o uso de variedades resistentes. No entanto, dados experimentais e de áreas comerciais mostram que quase a totalidade das

variedades cultivadas comercialmente é atacada pela praga e sofre significativas reduções na produtividade e na qualidade tecnológica. A variedade SP83 5073 parece ser a única com certa tolerância à cigarrinha-das-raízes, o que torna o uso de variedades resistentes uma ferramenta de difícil utilização, simplesmente pela escassez de material comercial com essa característica (DINARDO-MIRANDA, 2008).

Como controle cultural, a retirada ou afastamento da palha de cima da linha de cana contribui para reduzir as populações da praga, por manter as linhas de cana mais secas, devido a maior incidência de raios solares sobre ela (DINARDO-MIRANDA, 2002). No entanto, as infestações da praga com o afastamento da palha reduz em cerca de 70%, não reduzindo a níveis inferiores ao nível de dano econômico, assim esta medida não é adequada para áreas severamente atacadas. Além disso, a retirada da palhada pode prejudicar a brotação da soqueira por diminuir a umidade no solo, principalmente para as canas colhidas na época seca do ano. Então, quando se optar pela retirada de palha para o controle de cigarrinha deve ser considerado esse prejuízo ao desenvolvimento inicial da cultura, que reflete diretamente na produtividade agrícola (DINARDO-MIRANDA, 2008).

2.3.3 Controle biológico

Os inimigos naturais nativos das cigarrinhas são muitos, mas destacam-se a mosca predadora de ninfas, *Salpingogaster nigra* (Díptera: Syrphidae), os parasitóides de ovos *Anagrus urichi* (Hymenoptera: Mymaridae) e *Acmopolynema herwali* (Hymenoptera: Mymaridae). O fungo *Batkoa apiculata*, que atua sobre os adultos e o fungo-verde *Metarhizium anisopliae*, que tem sido o agente mais pesquisado, mais eficiente e mais utilizado no controle microbiano das cigarrinhas da cana-de-açúcar (PINTO et al., 2006).

A importância potencial da mosca *S. nigra* como agente no controle biológico das cigarrinhas origina-se da sua especificidade predatória, taxas de reprodução e de fecundidade elevadas e, pela curta duração do seu ciclo vital, que lhe permite apresentar de duas a três gerações durante o ciclo de vida da praga. Em condições de campo foram observados níveis de predação de até 12% de ninfas por metro linear de sulco de cana-de-açúcar (GUAGLIUMI, 1970).

Segundo Guppy (1913), as larvas de *S. nigra* são capazes de matar e sugar de 30 a 40 ninfas de cigarrinhas, em cana-de-açúcar. Este mesmo autor cita que essa mosca é a principal controladora de cigarrinhas em cana-de-açúcar, em Trinidad. Na Bahia, Santos et al. (1983), também citam que dentre os diversos inimigos naturais das cigarrinhas, *S. nigra* é um dos mais importantes.

Para o parasitóide de ovos *Anagrus urichi*, foram constatados parasitismos em amostras de ovos de cigarrinhas-das-pastagens na ordem de 10,4% e, em média, emergiram 4,7 parasitóides por ovo (VALÉRIO & OLIVEIRA, 2005). *Acmopolynema hervali* foi encontrado pela primeira vez em 1948 parasitando ovos da cigarrinha-das-raízes da cana-de-açúcar e, em 1968 e 1971 foram encontrados ovos parasitados da espécie *M. posticata* e *M. rubicunda indentata* (SOUZA, 1970).

O fungo *Batkoa* sp. já foi encontrado nos estados de Mato Grosso, Minas Gerais, Bahia, Sergipe, São Paulo e Distrito Federal atacando diferentes espécies das cigarrinhas-das-pastagens e da cana-de-açúcar, com níveis de infecção na população hospedeira até mesmo superior a 80% (GUAGLIUMI, 1969; ALVES, 1986).

Leite (2002), observou o fungo *Batkoa* sp. ocorrendo em níveis enzoóticos na população de *M. fimbriolata*, não ultrapassando 8% de infecção. Ainda segundo este autor, esse fungo causa epizootias em populações de insetos e ácaros, mas, por outro lado, são difíceis de serem desenvolvidos como bioinseticidas.

A ocorrência natural do fungo *Metarhizium anisopliae*, atacando cigarrinha-das-raízes em canaviais de todo país é bastante comum e incentiva o uso desse agente de controle biológico em áreas infestadas pela praga. O deuteromiceto *M. anisopliae* foi descrito pela primeira vez por Metschnikoff em 1879 como *Entomophthora anisopliae* e o primeiro trabalho de controle microbiano realizado por este pesquisador foi para o controle de larvas de *Anisopliae austríaca*. E, em 1883, Sorokin classificou o fungo como *Metarhizium anisopliae*.

O potencial uso de fungos para o controle biológico de pragas foi sugerido por Metschnikoff (1879) e Krassiltschic (1888) que produziram *M. anisopliae* em larga escala para o controle da praga do trigo *Anisopliae austríaca* e de um curculionídeo da beterraba *Cleonus punctiventris*. Veen (1968) já apontava este fungo como um agente de

controle biológico com grandes potencialidades, tendo como hospedeiros mais de 200 espécies de insetos.

O fungo *M. anisopliae* apresenta grande variabilidade natural e o desenvolvimento da doença em insetos pode ser relacionado com a germinação do conídio, penetração através da cutícula do inseto por ação mecânico-enzimática, colonização do corpo do inseto e esporulação. O ciclo total da doença pode variar de 8 a 10 dias e, após a morte, os indivíduos apresentam um crescimento micelial branco sobre o corpo, seguido por esporulação de cor verde (ALVES, 1998a).

Este fungo tem sido utilizado desde a década de 1970 no Brasil contra as cigarrinhas com grande sucesso. Do final da década de 1970 até o início da década seguinte, o Brasil manteve o maior programa de controle microbiano do mundo com o fungo *M. anisopliae* em cana-de-açúcar. A área tratada com o fungo passou de 500 hectares, em 1972, para cerca de 22.000 hectares, em 1982. Atualmente, existem várias empresas e instituições produzindo e comercializando o fungo (PINTO et al., 2006).

A utilização de *M. anisopliae* expandiu no Brasil, principalmente no estado de São Paulo, devido a redução de aproximadamente 72% nos índices de infestação da cigarrinha da cana-de-açúcar, proporcionada pela aplicação do fungo, e também, pela conseqüente diminuição do emprego de inseticidas químicos para o controle desse inseto na cultura (ALVES, 1998a).

Marques (1992) relatou que, em Alagoas, foram pulverizados *M. anisopliae* em aproximadamente 670.000 hectares de cana infestados por *M. posticata*, no período de 1977 a 1991, havendo uma diminuição na ocorrência da praga e diminuindo a área tratada com inseticida químico de 150.000 hectares/ano, para 30.000 hectares.

Entre 1970 e 1972, foram instalados campos experimentais no estado de Pernambuco, onde observaram-se mortalidades de ninfas e adultos superiores a 80% , para as aplicações aéreas e, mortalidades de ninfas de 30 a 40% e 20 a 30% para adultos, nas aplicações terrestres (GUAGLIUMI, 1971; GUAGLIUMI et al., 1974).

O programa de controle biológico das cigarrinhas da cana-de-açúcar foi iniciado pelo extinto Instituto do Açúcar e do Álcool – PLANALSUCAR, visando o controle de *Mahanarva posticata*. No programa, os esporos do fungo foram pulverizados na base das touceiras onde havia infestação da praga e o fungo mostrou-se eficiente com o aparecimento

de ninfas parasitadas (ENEIAA/PLANALSUCAR, 1980). Considerando os efeitos das aplicações até 90 dias após a pulverização, constatou-se reduções de 36,17% de ninfas por colmo e, a eficiência do fungo aumentou em até 57,17% (IAA/PLANALSUCAR, 1977).

Nos estados de Alagoas, Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte foram feitas aplicações de fungo em 107.000 hectares de cana-de-açúcar, em 1982, visando ao controle de *M. posticata*, sendo verificado um controle de 33,78% para adultos e 12,42% para ninfas da cigarrinha (IAA/PLANALSUCAR, 1982).

Usinas e produtores têm optado pelo controle da cigarrinha-das-raízes utilizando o fungo *M. anisopliae*, sendo que as aplicações do fungo podem ser feitas via terrestre, com equipamentos tratorizados, com aplicações de 50 a 200 litros de água por hectare. Também podem ser realizadas aplicações aéreas, onde gastam-se 20 a 30 litros de água por hectare e os vôos devem ser realizados dois a cinco metros acima do nível da cana (ALVES, 1998a).

Mendonça et al. (2001), aplicando arroz mais fungo por avião, mantiveram as populações da praga sob controle, mesmo em áreas bastante infestadas. Além disso, em aplicações líquidas com equipamentos tratorizados, utilizando 5 e 10 kg de fungo por hectare, também obtiveram controle eficiente da população de cigarrinha.

Em experimento comparando a eficiência do controle de *M. fimbriolata* com uma formulação de *M. anisopliae* e um produto químico, Lopes et al., (2002) obtiveram controle semelhante entre o produto biológico e o químico, atingindo 80% de eficiência quando aplicado 4 kg de fungo por hectare. Para aplicações de 2 e 3 kg por hectare, obtiveram controle de 35 e 55%, respectivamente.

Comparando diferentes isolados de *M. anisopliae*, Batista Filho et al. (2001) verificaram que o isolado IBCB 10, com aplicação mensal entre os meses de novembro, dezembro e janeiro, foi mais eficiente no controle da cigarrinha-das-raízes, quando comparado aos isolados ESALQ 1037 e PL 43. Da mesma forma, Almeida et al. (2002b) observaram que a aplicação de 1 kg de fungo do isolado IBCB 10 de *M. anisopliae* é suficiente para manter a população de *M. fimbriolata* abaixo do nível de controle, quando aplicado nos meses de novembro e dezembro. Considerando ainda diferentes concentrações de *M. anisopliae*, estes mesmos autores, testaram o isolado IBCB 10 em três concentrações diferentes e concluíram que a aplicação de 1 kg de fungo por hectare em 400 L de água na

concentração de $1,75 \times 10^5$ conídios/mL, nos meses de novembro e dezembro, mantém a população da praga abaixo do nível de controle.

Avaliando isolados de *M. anisopliae*, em condições de campo, Loureiro (2004) verificou que os isolados IBCB 348, IBCB 408, IBCB 410 e IBCB 425 controlaram as ninfas e adultos de *M. fimbriolata* até 60 dias após a aplicação do fungo. Além disso, o autor demonstrou que esses isolados foram eficientes no controle da cigarrinha-das-raízes sem interferir na produtividade agrícola e na quantidade de açúcar por hectare e nos parâmetros tecnológicos pureza, fibra e pH.

Avaliando inseticidas naturais como óleo de Nim, timbó, composto orgânico e o fungo *M. anisopliae*, para o controle da cigarrinha, Almeida et al. (2002), verificaram 100% de eficiência nos tratamentos com o fungo.

Macedo et al. (2003) testaram a patogenicidade de 22 isolados de *M. anisopliae* e dois produtos utilizados comercialmente para o controle de cigarrinhas da cana-de-açúcar e, observaram mortalidades variando de 20 a 65%, sendo os isolados IBCB 348, ESALQ 1285, IBCB 345, IBCB 384 e o produto Metarril (ESALQ 1037) os mais patogênicos e promissores para o controle de *M. fimbriolata*.

2.4 Produção de fungos entomopatogênicos

Os fungos causadores de doença em insetos e ácaros são organismos com grande potencial para o controle de pragas devido a capacidade de supressão de populações desses artrópodes, vasta gama de hospedeiros, e possibilidade de cultivo *in vitro* e formulação desses agentes (LEITE et al., 2003).

Esses patógenos seriam os principais agentes de controle biológico se pudessem unir todas essas características em uma mesma espécie. Entretanto, geralmente, quanto maior a capacidade de um fungo em suprimir a população de uma praga no campo, maior é a sua especificidade ao hospedeiro e a dificuldade de produção *in vitro* e formulação desse organismo (LEITE et al., 1991). Isso dificulta o desenvolvimento de biopesticidas, pois embora o fungo possa ser produzido *in vitro*, as técnicas de produção e formulação,

geralmente, não atendem à quantidade e qualidade do patógeno, necessárias para o controle da praga (LEITE et al., 2003).

Para iniciar um processo de produção de fungos entomopatogênicos, assim como a implantação de um programa de controle microbiano de pragas consistente e bem sucedido, os testes de seleção de isolados são de fundamental importância. Este procedimento é realizado principalmente devido à enorme variabilidade genética existente entre os entomopatógenos (ALVES, 1998). Durante estes testes, alguns parâmetros são utilizados para diferenciar os isolados, entre eles o crescimento vegetativo e produção de conídios em diferentes meios de cultura, sensibilidade a produtos químicos, produção de enzimas e tolerância a luz ultravioleta (PACCOLA-MEIRELES & AZEVEDO, 1990; SÓSA-GOMEZ et al., 1994).

Alguns fungos entomopatogênicos como o *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana* são facilmente produzidos em laboratórios. Outros, como os Entomophthorales, necessitam de meios e processos especiais para a produção. Esta fase de desenvolvimento de um inseticida microbiano pode ser limitante para alguns fungos já que são necessárias grandes quantidades de conídios, esporos ou micélio (ALVES, 1992).

Por isso, Leite et al. (2003) enfatizaram as pesquisas com fungos entomopatogênicos, principalmente pela capacidade de atacar um grande número de espécies de artrópodes em praticamente todos os estados de desenvolvimento, utilizando diferentes estruturas reprodutivas, entre elas micélio, blastosporos e conídios, sendo estas as estruturas mais produzidas e comercializadas no Brasil.

Os conídios são produzidos na superfície de meios de cultura sólidos, sendo que o arroz vem sendo utilizado desde a década 70 como substrato. A metodologia de produção foi aperfeiçoada por Alves & Pereira (1989) e vem sendo utilizada, principalmente, para a produção de *M. anisopliae* por biofábricas e usinas de açúcar e álcool no Brasil.

As técnicas de produção de fungos para o controle de pragas devem ter baixo custo e permitir a obtenção de alta concentração de formas viáveis e virulentas do patógeno, que possam ser formuladas e utilizadas (ALVES, 1982). Por isso, várias alternativas e diferentes meios de culturas, como farinha de arroz, feijão, fava, sorgo, milho, bagacilho de cana, farelo de trigo e aveia, casca e diferentes tipos de arroz, foram estudadas para a produção de fungos entomopatogênicos, porém, segundo Vilas Boas et al. (1996), o arroz foi o melhor

tratamento para a produção de *B. bassiana*, assim como Mendonça & Rocha (1992) verificaram que o arroz parboilizado foi o único substrato onde a concentração alcançou 10^{10} conídios/g de arroz.

Neves et al. (2001) testaram a produção do fungo *B. bassiana* em seis diferentes tipos de arroz, utilizando diferentes metodologias de preparo e observaram que o arroz em quirera, integral e parboilizado foram os mais produtivos.

Wenzel (2002) avaliou a produção dos isolados JAB 02 e JAB 45 do fungo *Lecanicillium lecanii* em meios de cultura naturais sólidos, sendo eles o alpiste, arroz agulhinha e integral, farelos de soja e trigo, lentilha, milho, soja, sorgo e trigo, e verificou que os meios com farelo de soja e trigo e o trigo moído proporcionaram melhor produtividade para estes isolados. Ottati-de-Lima (2007), também avaliando a produção de *B. bassiana* e *M. anisopliae* em diferentes substratos, verificou que o arroz tipo 2 é mais produtivo e econômico para produção de *M. anisopliae*, enquanto para *B. bassiana* o arroz parboilizado foi o meio mais apropriado.

O arroz parboilizado pode apresentar vantagem no processo produtivo de entomopatógenos por ser mais rico em vitaminas e sais minerais quando comparado ao arroz tipo I, além de manter-se conservado por mais tempo. Isso ocorre devido ao processo de parboilização a que é submetido o arroz em casca. A parboilização é realizada através de três operações básicas:

1. Encharcamento: o arroz em casca é colocado em tanques com água quente por algumas horas. Neste processo, as vitaminas e sais minerais que se encontram na película e germe penetram no grão à medida que este absorve a água.

2. Gelatinização: o arroz úmido é submetido a uma temperatura mais elevada sob pressão de vapor (autoclave), ocorrendo uma alteração na estrutura do amido. Nesta etapa, o grão fica mais compacto e as vitaminas e sais minerais são fixados em seu interior.

3. Secagem: O arroz é secado para posterior descascamento, polimento e seleção (EMBRAPA, 2004).

No período de 2002-2003, somente o Estado de São Paulo foi responsável pela produção de 268 toneladas de fungo, as quais foram utilizadas para tratar cerca de 161.910 ha. Com isso, foi gerada uma receita de R\$ 2.680.000,00 e o valor médio do

tratamento por hectare foi de aproximadamente R\$ 40,00, enquanto o custo do tratamento com controle químico foi de R\$ 160,00. Esta atividade gerou 148 empregos diretos e 3.238 toneladas de inseticidas deixaram de ser aplicados (ALMEIDA & BATISTA FILHO, 2006). Ainda segundo estes autores, no período de 2004/2005, a área aplicada com fungo passou para 200.000 hectares.

No Brasil, no ano de 1998 as vendas de formulações à base de fungos chegaram a US\$ 1 milhão, com potencial estimado em US\$ 140 milhões. Em 2006, o faturamento aproximado foi de US\$ 10 milhões, o que demonstra um crescimento significativo no uso de produtos microbianos no Brasil (Alves & Lopes, 2008). Na Europa, são produzidos e comercializados para o controle de pragas de diversas culturas cerca de 100 agentes de controle biológico, os quais juntamente com os insetos polinizadores, movimentaram aproximadamente US\$ 70 milhões, em 1991 (LENTEREN et al., 1997).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório Microbiológico da empresa Cosan S/A Açúcar e Álcool – Filial Univalem, localizado na cidade de Valparaíso/SP e, em área comercial da mesma empresa – Filial Bonfim, localizada na cidade de Guariba/SP.

3.1 Isolados do fungo *Metarhizium anisopliae*

Os isolados de *M. anisopliae* utilizados nos experimentos foram provenientes das seguintes instituições: Coleção de Microorganismos Entomopatogênicos “Oldemar Cardim Abreu”, mantida no Laboratório de Controle Biológico do Instituto Biológico e Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo e do Centro de Tecnologia Canavieira (CTC). Estes isolados são mantidos armazenados em “freezer” a -12°C, na forma de conídios puros, acondicionados em “eppendorfs”, e são apresentados na Tabela 1.

Para realização dos ensaios, todos os isolados foram repicados em três pontos equidistantes, em placas de Petri com 9 cm de diâmetro, contendo o meio de cultura batata-dextrose-ágar (BDA).

Tabela 1. Identificação, hospedeiro e local de coleta dos isolados do fungo *Metarhizium anisopliae* utilizados nos experimentos com a cigarrinha-das-raízes, *Mahanarva fimbriolata*.

ISOLADO	HOSPEDEIRO	LOCAL DE COLETA
IBCB 333	<i>Mahanarva fimbriolata</i>	Valparaíso/ SP
IBCB 348	<i>Mahanarva fimbriolata</i>	Sertãozinho/ SP
IBCB 353	<i>Mahanarva fimbriolata</i>	Valparaíso/ SP
IBCB 363	<i>Mahanarva fimbriolata</i>	Araras/ SP
IBCB 383	<i>Mahanarva fimbriolata</i>	Água Branca/ SP
IBCB 410	Amostra de solo	Iporanga/ SP
IBCB 417	Amostra de solo	Iporanga/ SP
IBCB 425	Amostra de solo	Iporanga/ SP
IBCB 479	Amostra de solo	Campinas/ SP
IBCB 482	Amostra de solo	Campinas/ SP
IBCB 496	<i>Ryncophorus palmarum</i>	São Paulo/ SP
IBCB 631	<i>Deois flavopicta</i>	São José do Rio Preto/ SP
ESALQ 1037	<i>Solenosporia</i> sp.	Porto Alegre/ RS
F99	<i>Mahanarva fimbriolata</i>	Valparaíso/ SP

Após a repicagem, as placas foram mantidas em sala climatizada a $26 \pm 1^\circ\text{C}$ e fotofase de 12 horas, por um período de 12 dias. Após o desenvolvimento do fungo, as placas foram armazenadas em refrigerador a $8 \pm 3^\circ\text{C}$ até a utilização nos experimentos.

3.2 Produção do fungo *M. anisopliae* em arroz

Após a repicagem e desenvolvimento do fungo, os conídios produzidos foram retirados do meio de cultura por raspagem, com auxílio de uma espátula metálica, e foi

preparada uma suspensão de 1×10^8 conídios/ mL em 200 mL de água destilada esterilizada, acrescida de espalhante adesivo Tween 80 a 0,1%.

Para preparação do arroz, tipo 1 e parboilizado, este foi colocado de molho em água a temperatura ambiente, na proporção de 5 kg de arroz para cerca de 8 litros de água, durante 30 minutos, para que o arroz adquirisse a hidratação adequada. Após este período, a água foi escorrida e o arroz foi colocado na quantidade de 500 gramas, em sacos de polipropileno com 0,8 mm de espessura. Os sacos foram fechados com duas dobras e grampeados com grampos de metal nas duas pontas. Em seguida, foram autoclavados a 120°C por 30 minutos.

Após a autoclavagem, os sacos foram mantidos em sala a 18°C para resfriamento do arroz, e posteriormente foram enviados para sala de inoculação. Para cada isolado, a partir da suspensão de 1×10^8 conídios/ mL previamente preparada, foram inoculados 10mL no interior de cada um dos 10 sacos de arroz tipo 1 e 10 sacos de arroz parboilizado, com o auxílio de um “dispenset” adaptado com mangueira e agulha (Figura 1). Em seguida, o arroz juntamente com a suspensão foi agitado manualmente para uma homogeneização do inóculo no interior de cada saco.

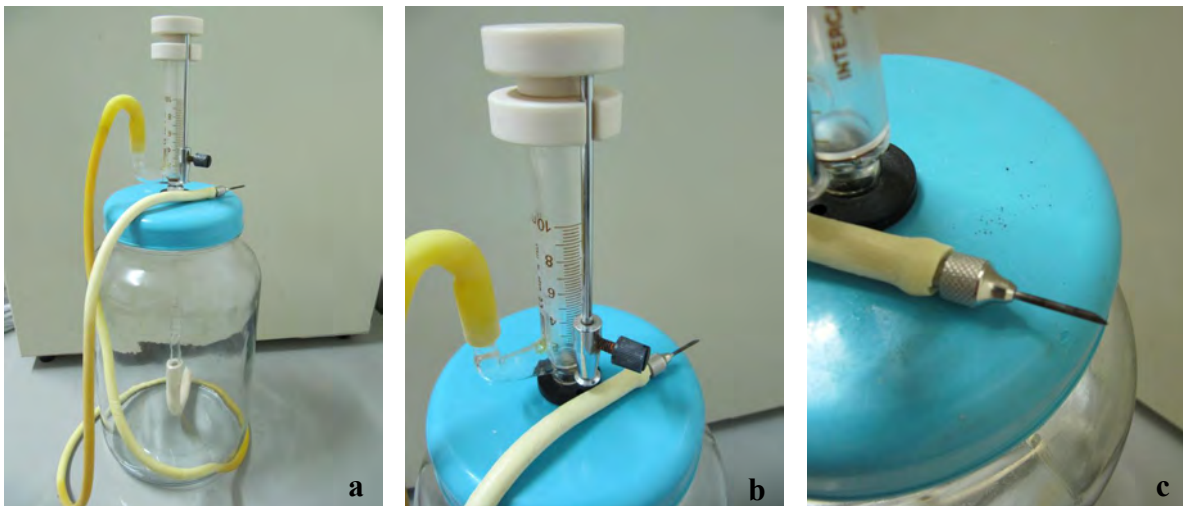


Figura 1. “Dispenset” adaptado com mangueira e agulha para inoculação de sacos de arroz com o fungo *M. anisopliae* (a, b e c).

Os sacos foram mantidos acondicionados em sala climatizada a $26 \pm 1^\circ\text{C}$ e fotofase de 12 horas, por um período de 15 dias, para o desenvolvimento do fungo sobre o substrato. Após este período, foram avaliadas a concentração e viabilidade de cada isolado para os dois tipos de arroz.

Para a avaliação da concentração dos conídios em cada substrato, foram retiradas, ao acaso, uma amostra de um grama de arroz com fungo de cada saco plástico, sendo acrescido 10mL de água destilada esterilizada mais espalhante adesivo a 0,1% para preparar a suspensão de conídios. Esta suspensão foi diluída em série, utilizando-se 9mL de água destilada esterilizada + 1mL da suspensão original e assim sucessivamente, e os conídios foram quantificados em câmara de Neubauer, com auxílio do microscópio e aumento de 400X.

Após a quantificação dos conídios, foi avaliada a viabilidade dos mesmos. Para isso, foram preparadas placas de Petri contendo meio de cultura BDA, nas quais foram distribuídas, com alça de Drigalsky, 0,1mL de cada suspensão original obtida para quantificar os conídios. Estas placas foram mantidas em sala climatizada a $26 \pm 1^\circ\text{C}$ e fotofase de 12 horas, por 16 horas. Decorrido este período, o número de conídios germinados e não-germinados foi quantificado em microscópio com aumento de 400X, estabelecendo-se uma porcentagem.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3.3 Eficiência dos isolados selecionados de *M. anisopliae*, em condições de campo

O experimento foi realizado em uma área comercial de cana-de-açúcar com colheita mecanizada da empresa Cosan S/A Açúcar e Alcool – Filial Bonfim, sediada no município de Guariba/ SP. A variedade cultivada no local é a PO88-62, no estágio de 2º corte e a área apresentava infestação média de 0,55 ninfas por metro linear.

Os isolados testados foram aqueles que apresentaram maior produção de conídios em arroz tipo 1 e arroz parboilizado. O delineamento experimental foi em faixas com 8 tratamentos e 4 repetições, sendo eles: 1) Testemunha; 2) Tiametoxam 250WG; 3) *M. anisopliae* isolado E 1037; 4) *M. anisopliae* isolado IBCB 425; 5) *M. anisopliae* isolado IBCB

353; 6) *M. anisopliae* isolado IBCB 410; 7) *M. anisopliae* isolado F 99; 8) *M. anisopliae* isolado IBCB 333.

O ensaio foi instalado em 12/11/2009 com a aplicação de 2 kg/ha de arroz mais fungo com concentração de $1,0 \times 10^{12}$ conídios/ha. Os isolados de *M. anisopliae* produzidos em substrato de arroz parboilizado foram preparados da mesma forma descrita no item 3.2, e as suspensões de conídios para aplicação em campo foram preparadas pela lavagem do arroz + fungo em água. Posteriormente, os grãos de arroz foram peneirados e a suspensão de conídios foi colocada no tanque do pulverizador. O inseticida tiametoxam 250WG foi utilizado na dosagem de 0,8 kg/ha. O volume do tanque foi completado com água para 300L de calda. As pulverizações de cada tratamento foram realizadas imediatamente após a preparação de cada calda (Figura 2).



Figura 2. Preparo das suspensões para pulverização: a) Lavagem do arroz + fungo; b) Suspensão de conídios sendo colocada no tanque do pulverizador; c) Volume do tanque sendo completado com água.

As pulverizações foram realizadas com pulverizador de barras acoplado a um trator, com pontas de jato plano TF 5 direcionado por pingentes para ambos os lados da linha da cultura, sem afastamento da palha da linha (Figura 3). Cada tratamento foi aplicado em 8 linhas de 100 metros de comprimento, sendo a parcela de 1200 m^2 , com espaçamento entre linhas de 1,5m, num total de 9.600 m^2 , sendo que na testemunha não foi aplicado nada.

As avaliações foram realizadas aos 15, 30, 60, 90 e 120 dias após a aplicação, observando-se o número de ninfas e adultos de *M. fimbriolata* vivos em cada

parcela, assim como o número de ninfas e adultos mortos, parasitados e não-parasitados. Foi avaliado o número de insetos em dois metros lineares, em ambos os lados da linha de cana-de-açúcar, perfazendo-se quatro pontos por parcela.

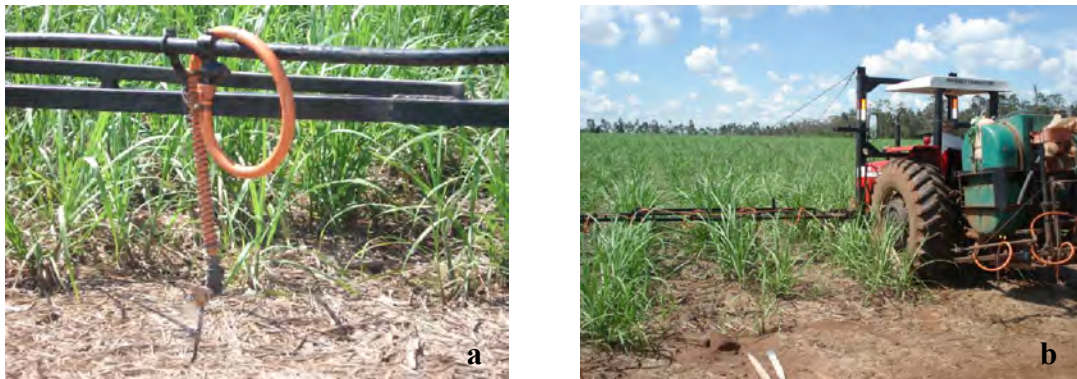


Figura 3. Pulverização dos tratamentos: a) bico em leque, direcionado por pingente; b) aplicação dos tratamentos nas linhas de cana.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para o cálculo de eficiência dos tratamentos no controle de ninfas e adultos da cigarrinha-das-raízes foi utilizada a fórmula de Abbott (1925).

3.4 Manejo da população da cigarrinha-das-raízes em área comercial

Os monitoramentos foram realizados na empresa Cosan S/A Açúcar e Álcool – Filiais Bonfim e Gasa, localizadas nos municípios de Guariba/ SP e Andradina/ SP, respectivamente. Os levantamentos de ninfas e adultos da cigarrinha-das-raízes, em cana-de-açúcar, foram realizados durante o período de outubro de 2008 a fevereiro de 2010.

As fazendas escolhidas para o monitoramento apresentavam as seguintes características:

1) Unidade Bonfim, Fazenda São Domingos:

a) zona 41, talhão 4, com plantio da variedade SP91 – 1049 em 12 de março de 2005; talhão 5, com plantio da variedade RB94 – 5961 em 04 de março de 2005;

b) zona 42, talhão 2, com plantio da variedade PO88 – 62 em 07 de março de 2005; talhão 4, com plantio de diferentes clones em 07 de março de 2005 e, talhão 5, com plantio da variedade IAC91 – 5155 em 23 de fevereiro de 2005.

2) Unidade Gasa, Fazenda Ipanema II, zona 25 talhões 62 e 67, com plantio da variedade RB83 – 5486 em 01 de maio de 2003 e, Fazenda Guanabara II, zona 11, talhões 18 e 20, com plantio da variedade RB85 – 5453 em 14 de abril de 2007.

Para todas as fazendas o espaçamento utilizado foi de 1,40 metros e, as colheitas de todos os cortes foram realizadas mecanicamente, sem queima prévia da palha.

Durante as amostragens, quinzenalmente, foram verificados os números de ninfas em dois pontos por hectare, em ambos os lados da linha, sendo cada ponto de dois metros lineares.

As aplicações do fungo, isolado ESALQ 1037, quando a população de ninfas atingiu o Nível de Controle (0,5 ninfas/ metro lineal) foram realizadas com avião monomotor de asa baixa na dosagem de 2 kg/ha de arroz + fungo na concentração de 1×10^{12} conídios/ kg e 90% de conídios viáveis.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Produção do fungo *M. anisopliae* em arroz

Para o arroz tipo 1, os isolados ESALQ 1037 e IBCB 425 foram os mais produtivos, não diferindo estatisticamente entre si, e apresentando uma produção de $1,47 \times 10^9$ e $1,44 \times 10^9$ conídios por grama de arroz, respectivamente. Estes isolados diferiram estatisticamente dos demais, e os isolados IBCB 479, IBCB 496 e IBCB 363 foram os que apresentaram menor esporulação, atingindo concentrações de $0,17 \times 10^9$, $0,13 \times 10^9$ e $0,08 \times 10^9$ conídios/grama, respectivamente (Tabela 2). Isto representa um rendimento médio de onze vezes menor comparado aos valores obtidos para os isolados mais produtivos e os menos produtivos.

Diversos trabalhos vêm sendo realizados para comparação de produção de conídios entre diferentes isolados. Neves (1998) obteve rendimentos de $1,54 \times 10^9$; $3,37 \times 10^9$ e $1,04 \times 10^9$ conídios por grama para os isolados de *M. anisopliae* E 9, ESALQ 1037 e ESALQ 1097, respectivamente, concentrações próximas àquela encontrada neste estudo para o isolado ESALQ 1037.

Para Takada (2002) os isolados mais produtivos de *M. anisopliae* foram IBCB 104, IBCB 233 e IBCB 103, com esporulações de $2,40 \times 10^8$; $2,32 \times 10^8$ e $2,25 \times 10^8$ conídios por grama de arroz, concentrações 10 vezes menor as encontradas neste estudo para

os isolados mais produtivos. Essa diferença de conídios obtidos deve-se a fatores como a técnica de produção, o intervalo de avaliação, variedades de arroz, condições ambientais e vigor do patógeno.

Tabela 2. Produção média de conídios por grama de arroz esporulado em arroz tipo 1 e arroz parboilizado e viabilidade de isolados do fungo *Metarhizium anisopliae* (T=26±1°C; UR de 70±10% e fotofase de 12 horas).

Isolados	Produção de conídios (x 10 ⁹)		Viabilidade (%)	
	Tipo 1	Parboilizado	Tipo 1	Parboilizado
ESALQ 1037	1,47 a	1,58 bc	99,30 a	99,40 abc
IBCB 425	1,44 a	1,63 b	100,0 a	100,0 a
IBCB 417	1,35 b	1,53 bcd	97,50 a	98,80 c
IBCB 631	1,21 b	1,55 bcd	100,0 a	100,0 a
IBCB 482	1,20 b	0,79 f	99,60 a	99,60 abc
IBCB 383	1,00 c	1,37 de	99,70 a	99,80 ab
IBCB 410	0,85 cd	1,65 b	99,80 a	99,60 abc
IBCB 348	0,95 cd	1,26 e	99,90 a	100,0 a
F 99	0,80 d	1,96 a	100,0 a	100,0 a
IBCB 333	0,79 d	1,61 bc	99,70 a	99,90 a
IBCB 353	0,54 e	1,99 a	100,0 a	100,0 a
IBCB 479	0,17 f	0,15 g	100,0 a	100,0 a
IBCB 496	0,13 f	1,28 e	100,0 a	100,0 a
IBCB 363	0,08 f	1,42 cde	97,90 a	98,90 bc
CV (%)	14,23	9,34	0,71	0,63

¹Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si na coluna pelo teste de Tukey a 5%.

Alves & Pereira (1989) produzindo o fungo *M. anisopliae* pelo método de bandeja, obtiveram rendimentos de conídios variando de 6 a 11%, atingindo uma produção

de $8,13 \times 10^8$ conídios/g de arroz, para o isolado ESALQ 1037. Quando o arroz é transferido para bandejas, a umidade é mantida empilhando-se uma bandeja sobre a outra, o que permite a conidiogênese do fungo, a abundância de oxigênio também favorece o fungo, produzindo uma grande quantidade de conídios.

Loureiro (2004) produzindo diferentes isolados de *M. anisopliae* em arroz tipo 1, verificou que os isolados mais produtivos foram IBCB 348, IBCB 408, IBCB 410 e IBCB 425. Dados concordantes com os obtidos neste estudo para o isolado IBCB 425, que foi o segundo isolado com maior produção de conídios, utilizando o arroz tipo 1. Porém, neste estudo o isolado IBCB 348 esteve entre os que menos produziram, enquanto para o autor citado, este isolado foi o que obteve maior esporulação.

Analisando a viabilidade dos conídios de *M. anisopliae*, para o arroz tipo 1, não foram observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos e as porcentagens de conídios viáveis variaram de 97,5 a 100%. Resultados semelhantes aos encontrados por Alves & Pereira (1989) que observaram a viabilidade de conídios variando de 90 a 100%. Loureiro (2004), em testes de seleção de isolados, também observou altas porcentagens de viabilidade para os isolados testados, com exceção para o IBCB 482, que obteve viabilidade de 80%.

Para o arroz parboilizado, as maiores produções de conídios foram demonstradas pelos isolados IBCB 353 e F 99, os quais diferiram estatisticamente dos demais isolados e atingiram concentrações de $1,99 \times 10^9$ e $1,96 \times 10^9$ conídios por grama de arroz, respectivamente. Os menores rendimentos foram de $0,79 \times 10^9$ e $0,15 \times 10^9$ conídios por grama, obtidos pelos isolados IBCB 482 e IBCB 479, respectivamente.

Mendonça & Costa (1987), testando o isolado PL 191, inoculando-se 10 mL de suspensão com $1,0 \times 10^8$ conídios/mL em 100g de arroz parboilizado e 35% de água destilada, obteve um rendimento ao redor de 12,8% de conídios por grama de substrato, após 18 dias de incubação. Para Mendonça & Rocha (1992), o arroz parboilizado foi o único substrato que atingiu produções de 10^{10} conídios/grama de arroz com fungo.

Quanto a viabilidade dos conídios para o arroz parboilizado, verificou-se que os isolados IBCB 417 e IBCB 363 diferiram estatisticamente dos demais isolados pela menor viabilidade, porém as viabilidades apresentadas por todos os isolados estão dentro dos padrões aceitáveis para utilização do produto em campo, variando entre 98,8 e 100%.

Essas diferenças na produção de conídios pelos diferentes isolados de *M. anisopliae* devem-se, entre outros fatores, a técnica de produção, intervalo de avaliação, variedades de arroz, condições ambientais, diferentes condições de armazenamento e vigor do isolado (ALVES, 1998b). Além disso, a dificuldade de se reproduzir, entre um experimento e outro, todas as condições necessárias para o crescimento dos fungos em arroz, tais como: teor de umidade, tempo de cozimento ou período de molho do arroz, variação na temperatura durante a incubação e níveis de contaminação também devem ser considerados (TAMAI, 1997).

A fim de estabelecer qual seria o substrato ideal para utilização na produção de fungos em larga escala, comparou-se a esporulação dos isolados testados, em arroz tipo 1 e arroz parboilizado. Vale ressaltar que, as técnicas de produção de fungos para o controle de pragas devem ter baixo custo e permitir a obtenção de alta concentração de formas viáveis e virulentas do patógeno,

O único isolado que apresentou rendimentos semelhantes nos dois tipos de arroz, não apresentando diferenças estatísticas, foi o IBCB 479, o qual obteve produção de $0,17 \times 10^9$ e $0,15 \times 10^9$ conídios por grama, em arroz tipo 1 e parboilizado, respectivamente (Tabela 3). Apesar dessa vantagem, que fornece alternativas para as técnicas de produção, vale ressaltar que a produção de conídios alcançada por este isolado foi a mais baixa para os dois tipos de arroz, quando comparado aos demais isolados. Isto torna inviável a utilização desse isolado para o desenvolvimento de um bioinseticida, pois o mesmo pode não atender à quantidade do patógeno necessária para o controle da praga.

O isolado IBCB 482 foi o único que apresentou uma maior produção de conídios por grama de substrato no arroz tipo 1, diferindo estatisticamente da produção em arroz parboilizado. A produção atingida foi de $1,2 \times 10^9$ e $0,79 \times 10^9$ conídios/g, em arroz tipo 1 e parboilizado, respectivamente (Tabela 3).

Os demais isolados, E 1037, IBCB 425, IBCB 353, IBCB 410, F 99, IBCB 333, IBCB 417, IBCB 631, IBCB 383, IBCB 496, IBCB 363 e IBCB 348, apresentaram maior rendimento na produção de conídios quando utilizado a arroz parboilizado, sendo verificadas diferenças estatísticas significativas entre os dois substratos. As produções

variaram entre $1,47 \times 10^9$ e $0,08 \times 10^9$ conídios/g para o arroz tipo 1 e, entre $1,99 \times 10^9$ e $0,15 \times 10^9$ conídios/g, para o arroz parboilizado (Tabela 3).

O método desejado para uma produção em larga escala é aquele onde se obtém muitos esporos, com o menor custo e o menor tempo possível. Mas nem sempre se consegue combinar essas características desejáveis simultaneamente para todas as espécies e diferentes isolados de fungos entomopatogênicos. Pelas Figuras 4 e 5 pode-se observar as diferenças na esporulação dos isolados em arroz tipo 1 e em arroz parboilizado, após 15 dias de incubação. Verifica-se que, no arroz parboilizado a coloração verde, característica do fungo *M. anisopliae*, está bem mais acentuada, indicando maior esporulação. Provavelmente, no arroz tipo 1, o período de incubação tivesse que ser maior, para assim obter uma esporulação semelhante ao arroz parboilizado. Entretanto, isso implicaria em maior custo na produção do fungo e em maior risco de contaminação.

Tabela 3. Produção média de conídios por grama de arroz esporulado em arroz tipo 1 e arroz parboilizado e viabilidade de isolados do fungo *Metarhizium anisopliae* (T=26±1°C; UR de 70±10% e fotofase de 12 horas).

Isolados	Produção de conídios ($\times 10^9$)		Viabilidade (%)	
	Tipo 1	Parboilizado	Tipo 1	Parboilizado
ESALQ 1037	1,47 B	1,58 A	99,30 A	99,40 A
IBCB 425	1,44 B	1,63 A	100,0 A	100,0 A
IBCB 353	0,54 B	1,99 A	100,0 A	100,0 A
IBCB 410	0,85 B	1,65 A	99,80 A	99,60 A
F 99	0,80 B	1,96 A	100,0 A	100,0 A
IBCB 333	0,79 B	1,61 A	99,70 A	99,90 A
IBCB 417	1,35 B	1,53 A	97,50 A	98,80 A
IBCB 631	1,21 B	1,55 A	100,0 A	100,0 A
IBCB 482	1,20 A	0,79 B	99,60 A	99,60 A
IBCB 383	1,00 B	1,37 A	99,70 A	99,80 A
IBCB 479	0,17 A	0,15 A	100,0 A	100,0 A
IBCB 496	0,13 B	1,28 A	100,0 A	100,0 A
IBCB 363	0,08 B	1,42 A	97,90 A	98,90 A
IBCB 348	0,95 B	1,26 A	99,90 A	100,0 A
CV (%)	14,23	9,34	0,71	0,63

¹Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem entre si na linha pelo teste de Tukey a 5%.



Figura 4. Produção de isolados do fungo *M. anisopliae* em arroz tipo 1 e arroz parboilizado: (a) E 1037, (b) IBCB 425, (c) IBCB 353, (d) IBCB 410, (e) F 99, (f) IBCB 333, (g) IBCB 417, (h) IBCB 631, (i) IBCB 482.



Figura 5. Produção de isolados do fungo *M. anisopliae* em arroz tipo 1 e arroz parboilizado: (a) IBCB 383, (b) IBCB 479, (c) IBCB 496, (d) IBCB 363, (e) IBCB 348.

O arroz ainda é um dos substratos mais utilizados para produção de fungos entomopatogênicos, mas alguns estudos têm sido feitos para avaliar substratos alternativos e mais baratos para esta produção, entre eles o fubá de milho, farinha de arroz, soja, farelo de trigo, batata, sorgo, feijão e milho (CRUZ et al., 1983; NAHAS & ARAI, 1987; ALVARENGA et al., 1988; VERHAAR & HIJWEGEN, 1993; VILAS BOAS et al., 1996; OLIVEIRA, 2000).

A superioridade do meio de arroz no desenvolvimento de fungos entomopatogênicos em menor espaço de tempo foi comprovada por diversos autores e esse meio está sendo utilizado com sucesso para o cultivo de fungos (AQUINO, 1974; MARQUES & VILAS BOAS, 1973; VILLACORTA, 1977).

Nahas e Arai (1987) buscando obter melhores condições de crescimento para fungos entomopatogênicos, testando meios semi-sintéticos e meios naturais constituídos de farelo de soja, farelo de trigo, farelo de arroz e farinha de crisálida, verificaram que os meios naturais, exceto o de farelo de soja, superam o crescimento apresentado pelos meios semi-sintéticos.

Vilas Boas et al. (1996) verificaram diferenças significativas quanto à concentração de conídios de *M. anisopliae* quando produzido sobre arroz, fava, caupi, feijão e sorgo, sendo as maiores concentrações obtidas sobre fava e caupi. Enquanto, para *B. bassiana* o arroz constitui a melhor opção.

Fernandes et al. (1994) compararam a produção de *M. anisopliae* e *B. bassiana* em arroz parboilizado com combinações de arroz e milho triturados, farelo de arroz e bagacilho de cana-de-açúcar e concluíram que o arroz triturado acrescido de bagacilho de cana foi o mais produtivo para ambos os patógenos.

Avaliando a produção de *B. bassiana* em diferentes tipos de arroz, como quirera, integral, tipo 2, extra, casca amarela e parboilizado, Neves et al. (2001) verificaram que quirera, integral e parboilizado foram os mais produtivos, resultado semelhante ao obtido neste estudo para arroz parboilizado.

Wenzel et al. (2006) verificaram produção de maior quantidade de conídios dos isolados JAB 02 e JAB 45 de *Verticillium lecanii* nos meios obtidos de farelo de soja, sendo 2,57 e 1,79 x 10⁸ conídios/grama, respectivamente; farelo de trigo – 1,93 e 1,31 x 10⁸ conídios/grama, respectivamente e trigo moído – 1,60 e 1,85 x 10⁸ conídios/ grama, respectivamente.

Ottati-de-Lima (2007) estudando a produção de *M. anisopliae* e *B. bassiana* em diferentes substratos concluiu que o arroz tipo 2 é produtivo e econômico para produção de *M. anisopliae*, enquanto para *B. bassiana* o arroz parboilizado foi o mais produtivo.

Penariol et al. (2008) produzindo o fungo *Bipolaris euphorbiae*, considerado um potencial agente para o controle biológico de plantas daninhas, em meios de cultura sólidos e líquidos obtidos de grãos e resíduos agroindustriais, concluiu que a produção de conídios é influenciada pelo tipo de meio de cultura, sendo acentuadamente maior nos meios sólidos, destacando-se como substratos, o sorgo em grão ($4,74 \times 10^8$ conídios/grama) e a casca de soja ($4,72 \times 10^8$ conídios/grama). Além disso, também verificaram que a virulência e a viabilidade de *B. euphorbiae* não são afetadas pelo preparo de meios sólidos ou líquidos e pela composição nutricional dos meios de cultura. Na maioria dos meios sólidos ou líquidos obteve-se viabilidade de conídios maior que 98%; apenas os conídios produzidos nos meios sólidos de quirera de arroz, casca de mandioca mais farelo de soja e farelo de soja estavam com viabilidade significativamente menor.

Dessa forma, vale a pena ressaltar que antes de iniciar uma produção de fungo entomopatogênico em grande escala, é necessário analisar a espécie e o isolado a ser produzido e qual o substrato que fornecerá a maior produção de conídios por grama de substrato de forma mais econômica. Além disso, também é necessário avaliar a eficiência do patógeno ao inseto-praga, pois não adianta apenas ser produtivo e não provocar mortalidade suficiente para o controle da praga no campo. Assim, os isolados que apresentaram maior produtividade foram aplicados em campo para avaliar a eficiência dos mesmos à cigarrinha-das-raízes, sendo eles ESALQ 1037, IBCB 425, IBCB 353, IBCB 410, F 99 e IBCB 333.

4.2 Eficiência dos isolados selecionados de *M. anisopliae* em condições de campo

Durante as avaliações de ninfas da cigarrinha-das-raízes, verificou-se que 15 dias após a aplicação dos isolados do fungo *M. anisopliae*, o número médio de ninfas nas parcelas estava homogêneo, não apresentando diferenças estatísticas entre os tratamentos. Além disso, os níveis de infestação observados são considerados baixos, ou seja, são inferiores ao nível de controle, que é de 5 ninfas por metro linear de cana-de-açúcar (Tabela 4).

Com relação ao número de adultos por metro linear, também não foram observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos e a testemunha, após 15 dias da pulverização. O número médio de adultos da cigarrinha-das-raízes submetidas aos diferentes

isolados de *M. anisopliae* variou de 0,0 a 0,75, nível de infestação considerado baixo (Tabela 5).

Quanto à eficiência do patógeno, aos 15 dias da pulverização, foi observado que os isolados IBCB 410 e F 99 causaram mortalidade para ninfas de 66,67 e 33,33%, respectivamente. Os demais isolados não apresentaram eficiência de controle para ninfas da cigarrinha-das-raízes (Figura 6). Para os adultos, a baixa incidência durante as avaliações dificultou a avaliação da eficiência, sendo que neste período de avaliação nenhum dos tratamentos apresentou eficiência em relação à testemunha.

Tabela 4. Número médio de ninfas da cigarrinha-da-raiz, *Mahanarva fimbriolata*, por metro linear da cultura da cana-de-açúcar, em parcelas tratadas com diferentes isolados de *Metarhizium anisopliae*, em condições de campo (Guariba-SP).

TRATAMENTOS	15 DIAS ^{1,2}	30 DIAS	60 DIAS	90 DIAS	120 DIAS
Testemunha	0,75±1,5 a	1,50±1,3 a	4,50±2,4 a	4,50±3,1 ab	2,00±1,4 a
Tiametoxam	1,25±1,9 a	0,25±0,5 a	9,00±8,6 a	1,00±1,4 a	0,00±0,0 a
ESALQ 1037	2,50±3,7 a	1,75±3,5 a	4,75±5,9 a	2,00±0,8 a	0,75±0,9 a
IBCB 425	1,50±2,4 a	0,50±0,6 a	0,25±0,5 a	2,75±2,5 a	0,25±0,5 a
IBCB 353	0,75±0,9 a	0,50±0,6 a	2,00±2,7 a	9,00±7,2 b	1,75±2,1 a
IBCB 410	0,25±0,5 a	7,50±8,7 b	5,50±4,9 a	5,00±2,1 ab	0,75±1,5 a
F99	0,50±1,0 a	0,25±0,5 a	9,50±13,2a	2,25±0,9 a	1,25±1,5 a
IBCB 333	1,25±2,5 a	0,50±1,0 a	4,75±1,7 a	1,25±2,5 a	0,25±0,5 a
CV (%)	5,88%	6,54%	10,2%	4,42%	2,34%

¹Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si na coluna pelo teste de Tukey a 5%.

²Dados originais. Transformação na análise para raiz quadrada de $x + 0,5$.

Segundo Guagliumi (1971), a porcentagem de mortalidade de ninfas e adultos de *Mahanarva posticata*, após 15 a 20 dias da pulverização com o fungo *M. anisopliae*, pode atingir acima de 80%. Avaliando a eficiência do isolado E 1037 na concentração de 4 kg/ha, Lopes et al. (2002) obtiveram porcentagens de eficiência com o fungo semelhante ao controle obtido com o inseticida Furadan 350, atingindo 80% de eficiência.

Loureiro (2004), em testes de seleção de isolados, também obteve alta mortalidade de *M. fimbriolata* aos 15 dias após a aplicação do fungo, atingindo 100% de mortalidade de ninfas para os isolados IBCB 348 e IBCB 408 e 51% de mortalidade de ninfas e adultos para os isolados IBCB 410 e IBCB 425. Dados semelhantes foram obtidos neste estudo para o isolado IBCB 410, porém para os demais isolados foi apresentada uma baixa eficiência.

Tabela 5. Média de adultos da cigarrinha-da-raiz da cana-de-açúcar, *Mahanarva fimbriolata*, submetidas a diferentes isolados de *Metarhizium anisopliae* em condições de campo (Guariba-SP).

TRATAMENTOS	15 DIAS ^{1,2}	30 DIAS	60 DIAS	90 DIAS	120 DIAS
Testemunha	0,00±0,0 a	0,00±0,0 a	0,50±0,6 a	0,00±0,0 a	0,25±0,5 a
Tiametoxam	0,25±0,5 a	0,00±0,0 a	0,50±1,0 a	0,00±0,0 a	0,00±0,0a
ESALQ 1037	0,50±0,6 a	1,25±1,9 a	0,00±0,0 a	0,75±0,5 b	0,50±0,6a
IBCB 425	0,00±0,0 a	0,25±0,5 a	1,25±2,5 a	1,00±0,8 b	0,25±0,5a
IBCB 353	0,00±0,0 a	0,00±0,0 a	0,75±0,9 a	0,00±0,0 a	0,25±0,5a
IBCB 410	0,50±1,0 a	0,50±1,0 a	0,25±0,5 a	0,00±0,0 a	0,00±0,0a
F99	0,50±1,0 a	0,00±0,0 a	0,00±0,0 a	0,00±0,0 a	0,75±0,9a
IBCB 333	0,75±0,9 a	0,00±0,0 a	0,25±0,5 a	0,00±0,0 a	0,25±0,5a
CV (%)	2,33%	3,10%	3,42%	2,54%	2,87%

¹Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

²Dados originais. Transformação na análise para raiz log x+10.

Após 30 dias da aplicação dos tratamentos, apenas o isolado IBCB 410 diferiu estatisticamente dos demais, apresentando um aumento considerável no número médio de ninfas por metro linear, atingindo uma média de 7,5 ninfas, o que ultrapassa o nível de controle (Tabela 4). Não foram observadas diferenças estatísticas entre os demais tratamentos e a população de ninfas da cigarrinha manteve-se baixa. Neste período não houve diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos com relação ao número de adultos (Tabela 5).

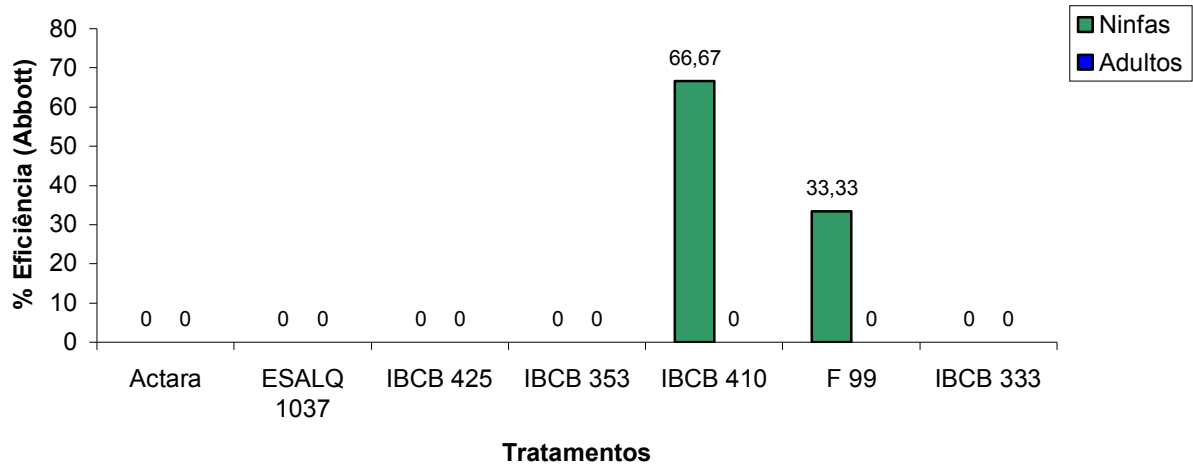


Figura 6. Eficiência dos isolados de *M. anisopliae* após 15 dias da aplicação no controle de ninfas e adultos de *Mahanarva fimbriolata* (Guariba/ SP).

Com isso, após 30 dias da aplicação, o isolado IBCB 410 não apresentou eficiência de controle para ninfas, após 30 dias da pulverização, o mesmo ocorreu para o isolado ESALQ 1037. Os isolados IBCB 425, IBCB 353 e IBCB 333 apresentaram eficiência de 66,67%. Além disso, o isolado F 99 obteve eficiência semelhante ao inseticida Tiametoxam, atingindo 83,33% de eficiência para o controle de ninfas. Para os adultos, nenhum dos tratamentos apresentou eficiência em relação à testemunha (Figura 7).

Loureiro (2004) também observou uma redução de cerca de 60% na eficiência de controle de ninfas de *M. fimbriolata* pelo isolado IBCB 348, após 30 dias da pulverização, enquanto os isolados IBCB 408 e IBCB 425 mantiveram a eficiência de controle entre 63 e 62%, respectivamente.

Os dados obtidos por Lopes et al. (2002) foram mais semelhantes aos observados neste estudo, onde os autores verificaram eficiências de controle de 35 e 55%, para concentrações de 2 e 3 kg/ha, respectivamente. O mesmo ocorreu para Guagliumi (1971) que observou de 60 a 65% de eficiência em ninfas e adultos de *M. posticata*, aos 30 dias da

pulverização, possível consequência da nova esporulação do fungo que se reproduziu nos insetos atacados pela pulverização direta.

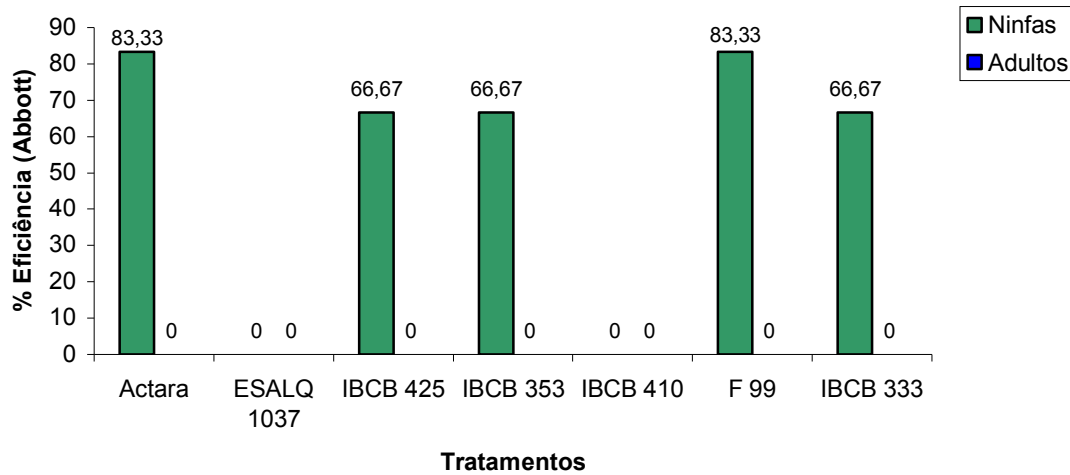


Figura 7. Eficiência dos isolados de *M. anisopliae* após 30 dias da aplicação no controle de ninfas e adultos de *Mahanarva fimbriolata* (Guariba/ SP).

Peixoto et al. (2009) estudando o controle e perdas provocadas por *M. fimbriolata* em cana-de-açúcar, verificaram que após 40 dias da aplicação dos tratamentos, os ingredientes ativos thiamethoxam, em diferentes doses, o carbofuran e o produto biológico, *M. anisopliae*, reduziram de forma semelhante a infestação da cigarrinha-das-raízes.

Dinardo-Miranda et al. (2004), 31 dias após a aplicação de *M. anisopliae*, demonstrou parcelas testemunhas altamente infestadas pela cigarrinha, enquanto aquelas tratadas com fungo apresentaram infestações significativamente menores, atingindo porcentagens de eficiência de 89% para os isolados IBCB 348 e IBCB 249, quando se aplicaram 2kg/ha.

Na avaliação aos 60 dias após a aplicação, observou-se um aumento considerável na população de cigarrinhas em praticamente todos os tratamentos, com exceção

apenas para os isolados IBCB 425 e IBCB 353, que mantiveram a população da praga em um nível muito inferior ao nível de controle (0,5 ninfas/ metro linear). Isto demonstra a necessidade de uma nova aplicação no mês de janeiro para manter a população em níveis aceitáveis e que não causem prejuízos. Essa necessidade de reaplicação do fungo também foi confirmada por Loureiro (2004), onde, aos 90 dias após a aplicação do fungo *M. anisopliae*, observou níveis populacionais acima do nível de dano econômico (20 ninfas por metro linear).

Dinardo-Miranda et al. (2004), aos 59 dias da primeira aplicação, verificaram que os tratamentos que receberam apenas uma aplicação de 1 ou 2 kg/ha dos isolados IBCB 348 e IBCB 249, apresentaram infestações já em elevação, enquanto nos tratamentos que uma segunda aplicação havia sido feita 28 dias antes, as populações estavam significativamente menores àquela da testemunha. Assim, ambos os isolados revelaram-se eficientes, quando em duas aplicações, chegando a atingir 91,2% de controle.

Neste trabalho, com relação aos adultos, também foi verificado um pequeno aumento no número médio de insetos adultos por metro linear, porém não foram observadas diferenças entre os tratamentos (Tabela 5).

A eficiência de controle de ninfas após 60 dias da aplicação do fungo foi mantida pelos isolados IBCB 425 e IBCB 353, obtendo porcentagens de eficiência da ordem de 94,44 e 55,56%, respectivamente. Para os adultos, a eficiência atingiu 100% para o isolado E 1037 e 50% para os isolados IBCB 410 e IBCB 333 (Figura 8). Almeida et al. (2002) avaliaram diferentes concentrações do fungo *M. anisopliae*, isolados E 1037 e IBCB 10, e também verificaram 100% de eficiência nas parcelas tratadas com fungo, aos 60 dias da aplicação. Para Loureiro (2004) as eficiências do controle de ninfas foram de 10 e 48% para os isolados IBCB 348 e IBCB 435, respectivamente. Guagliumi (1971) obteve mortalidade de ninfas de *M. posticata* em torno de 50%, resultados próximos aos encontrados neste estudo para o isolado IBCB 353.

Peixoto et al. (2009) verificaram que após o período de 60 dias, o inseticida carbofuran e o fungo *M. anisopliae* não foram eficientes na redução populacional da cigarrinha-das-raízes, quando comparados ao inseticida thiamethoxam. Provavelmente, o efeito biológico de *M. anisopliae* foi baixo em razão de ser um processo lento, sendo utilizado para manejo em longo prazo.

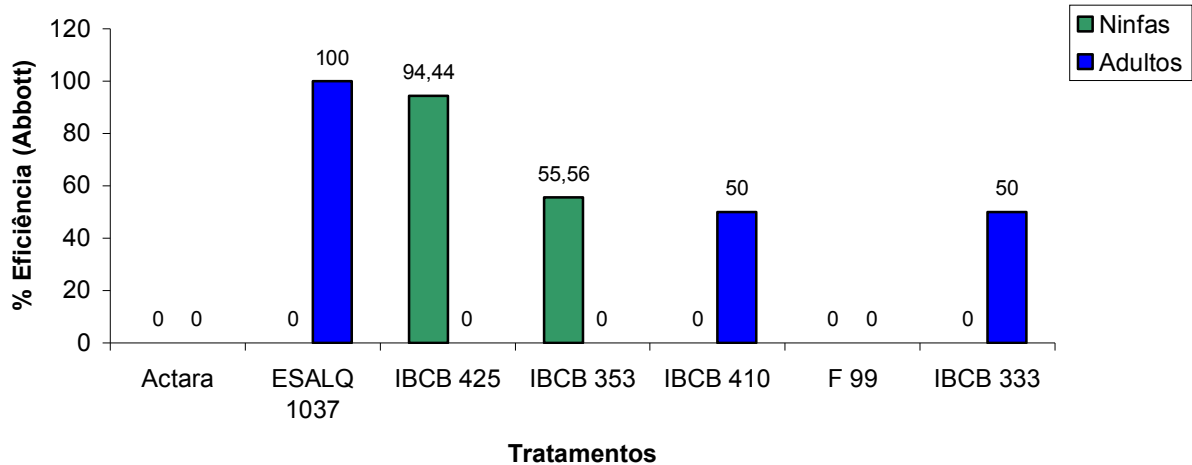


Figura 8. Eficiência dos isolados de *M. anisopliae* após 60 dias da aplicação no controle de ninfas e adultos de *Mahanarva fimbriolata* (Guariba/ SP).

Após 90 dias, somente os tratamentos tiametoxam, ESALQ 1037, IBCB 425, IBCB 333 e o F99 não se diferenciaram da testemunha, com menor número de ninfas/metro, o que demonstra a eficiência de controle desses tratamentos. Os tratamentos IBCB 353 e IBCB 410 não conseguiram manter a população de ninfas das cigarrinhas abaixo do nível de controle, atingindo infestações médias de 9,0 e 5,0 ninfas por metro, respectivamente (Tabela 4). Para os adultos, foram observadas diferenças entre os tratamentos, sendo que os isolados E 1037 e IBCB 425 apresentaram um número maior de adultos por metro linear, quando comparados aos demais tratamentos (Tabela 5).

Após 90 dias da aplicação, a eficiência de controle para as ninfas dos isolados de *M. anisopliae* variaram de 0 a 77,78%. Os isolados IBCB 353 e IBCB 410 não apresentaram eficiência no controle do inseto. O isolado IBCB 333 obteve eficiência semelhante ao inseticida tiametoxam, atingindo 72,22 e 77,78%, respectivamente. Os isolados E 1037, F 99 e IBCB 425 mostraram porcentagens de 55,56, 50,0 e 38,89, respectivamente (Figura 9). Dados semelhantes aos encontrados pelo IAA/PLANALSUCAR (1977), onde a

mortalidade atingiu níveis de 86% e a incidência de fungo aumentou em até 57,17%, após 90 dias da aplicação. Já Loureiro (2004), após esse período, obteve redução na eficiência de controle de ninfas e adultos, atingindo 31% para o isolado IBCB 408 e 7% para o IBCB 410.

Wangen (2007) não verificou redução significativa da população da cigarrinha-das-raízes, quando da primeira aplicação do fungo *M. anisopliae*, sendo observado que as eficácias da formulação do fungo foram baixas, com variações entre 6% e 61,5% para a formulação pó-molhável e 0% e 42% para o arroz esporulado, desde suas aplicações até 77 dias após.

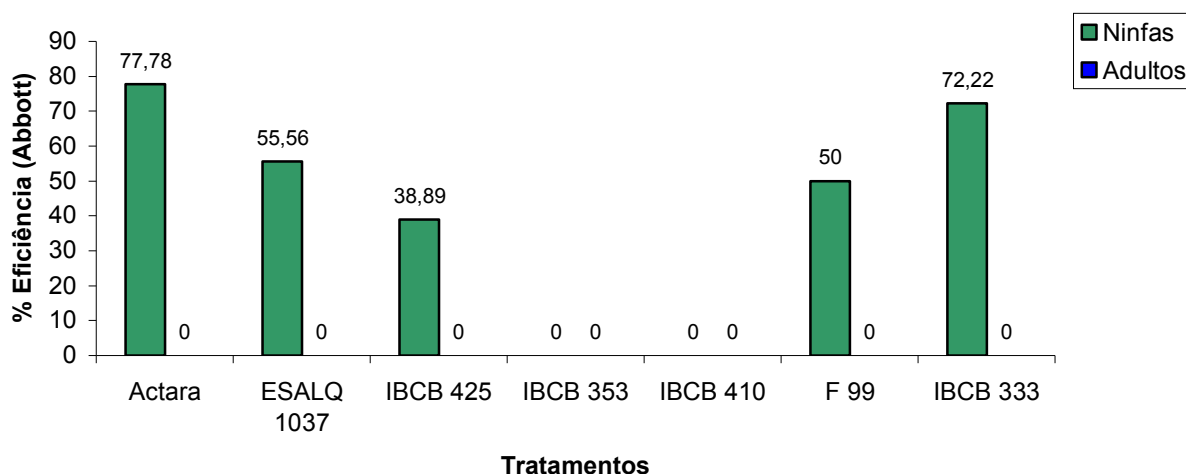


Figura 9. Eficiência dos isolados de *M. anisopliae* após 90 dias da aplicação no controle de ninfas e adultos de *Mahanarva fimbriolata* (Guariba/ SP).

Para a avaliação realizada aos 120 dias da aplicação, a população de ninfas da cigarrinha apresentou uma redução geral em todos os tratamentos, não sendo observada diferença entre os tratamentos. Para todos os tratamentos o número de ninfas por metro linear ficou abaixo de 2 insetos/metro linear. Os melhores desempenhos foram proporcionados pelo inseticida tiametoxam que eliminou a população de ninfas do local, seguido dos isolados IBCB 425 e IBCB 333 com 0,25 ninfas/ metro linear (Tabela 4). Para os

adultos, não ocorreram diferenças entre os tratamentos e o nível de infestação populacional manteve-se estável (Tabela 5).

Com relação à eficiência observou-se que todos os isolados e o inseticida tiametoxam apresentaram porcentagens de eficiência de controle sobre as ninfas da cigarrinha, com taxas variando de 12,5 a 100% de controle. Enquanto para os adultos, somente o inseticida tiametoxam e o isolado IBCB 410 apresentaram eficiência de 100% sobre os insetos (Figura 10).

Estes dados divergem aos obtidos por Loureiro (2004), que observou que todos os isolados testados, sendo eles IBCB 348, IBCB 408, IBCB 410 e IBCB 425, após 120 dias da aplicação, não foram eficientes para causar mortalidade das ninfas. Provavelmente, esta diferença ocorreu devido à diferença no volume pluviométrico no mês de fevereiro nas épocas de avaliação de cada experimento, sendo este volume menor no ano de avaliação pelo referido autor. Porém, são concordantes com os resultados obtidos por Batista Filho et al. (2002). Estes autores demonstraram que o desempenho dos isolados IBCB 10 e E 1037 foi melhor quando foram realizadas aplicações mensais, mantendo-se a população abaixo de 3 ninfas/metro linear, decorridos 131 dias da aplicação.

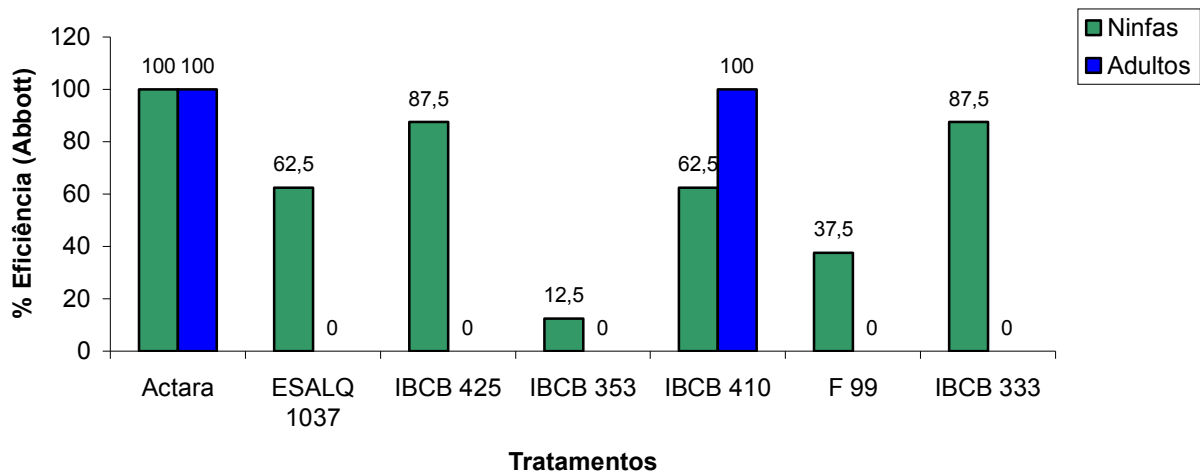


Figura 10. Eficiência dos isolados de *M. anisopliae* após 120 dias da aplicação no controle de ninfas e adultos de *Mahanarva fimbriolata* (Guariba/ SP).

De modo geral, observou-se que não ocorreram diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos ao longo dos 120 dias de avaliação, quanto ao número de ninfas e adultos por metro linear, com exceção das avaliações aos 30 e 90 dias da aplicação para ninfas e aos 90 dias para adultos.

A população de ninfas da cigarrinha-das-raízes na testemunha apresentou aumento na densidade com o passar dos dias de avaliação, atingindo seu ápice aos 60 e 90 dias de avaliação, período de janeiro e fevereiro, com 4,5 ninfas/ metro linear. A partir dos 120 dias teve início a redução da população, coincidindo com o início de diminuições na temperatura e precipitação (Figura 11).

No geral, a população de ninfas apresentou um número pequeno de indivíduos na primeira geração, aumentando significativamente até atingir o pico na segunda geração (janeiro), seguida de uma queda na terceira geração. Dados semelhantes aos de Botelho et al. (2004) onde a segunda geração se desenvolveu nos meses de dezembro e janeiro, sendo essa maior do que as demais e a principal responsável pelos prejuízos causados à cultura. Os tratamentos que conseguiram manter a população abaixo do nível de dano econômico durante todo o período de avaliação foram o ESALQ 1037, IBCB 425 e o IBCB 333.

Conforme alguns autores, os fatores climáticos, principalmente a temperatura e a umidade, influenciam a dinâmica populacional desta praga, afetando, diretamente, a duração do ciclo de vida e o potencial reprodutivo (FREIRE et al., 1968) e, indiretamente, a população de seus inimigos naturais (TERÁN, 1987). A distribuição das chuvas e a duração do período chuvoso são fatores determinantes para o aumento de sua população no campo (SOUZA, 1948).

Com isso, pode-se verificar pela Figura 11 que, no mês de dezembro ocorreram altas concentrações de chuvas com duração do período chuvoso por vários dias seguidos, o que, provavelmente, determinou o aumento da população de ninfas da cigarrinha-das-raízes no mês de janeiro. Em contrapartida, em fevereiro os índices de precipitação pluviométrica diminuíram consideravelmente e tornaram-se mais esporádicos, tendo assim uma diminuição da infestação de cigarrinhas no campo, em março.

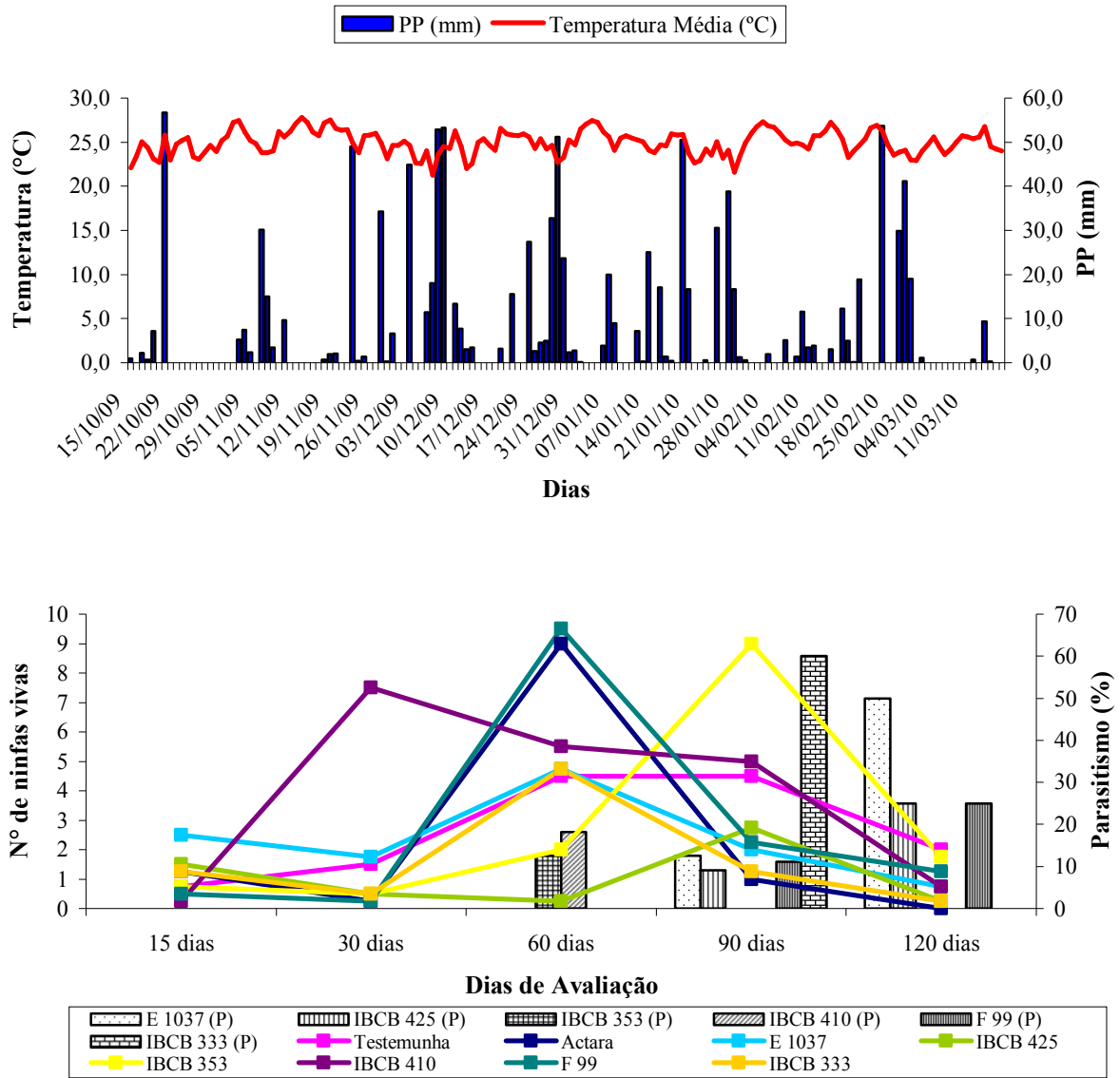


Figura 11. Temperatura média e precipitação de setembro de 2009 a março de 2010, número médio de ninfas vivas por metro linear de *Mahanarva fimbriolata* e porcentagem de insetos parasitados (P) pelos isolados de *Metarhizium anisopliae* (Guariba/ SP).

O parasitismo das ninfas e adultos de *M. fimbriolata* teve início aos 60 dias após a pulverização. Para as ninfas, os isolados IBCB 410 e IBCB 353 proporcionaram valores de 18,1% e 12,5%, respectivamente. Os demais isolados apresentaram parasitismo somente aos 90 dias e, para os isolados ESALQ 1037, IBCB 425 e F 99, o parasitismo acentuou-se ainda mais aos 120 dias da aplicação. Para os adultos, o isolado IBCB 353 alcançou um parasitismo de 20%, aos 60 dias e, os isolados ESALQ 1037 e IBCB 425 apresentaram porcentagens de 30 e 25%, respectivamente, sendo que o parasitismo permaneceu aos 120 dias somente para o isolado IBCB 425 (Figura 11 e 12). Dados concordantes aos obtidos por Loureiro (2004) que obteve o início do parasitismo de ninfas e adultos somente aos 90 dias da pulverização, acentuando-se nos meses de fevereiro e março.

Além de afetar a ocorrência da cigarrinha-das-raízes, as condições climáticas também afetam a conidiogênese do fungo *M. anisopliae* sobre cadáveres de insetos infectados (ARTHURS & TOMAS, 2001). De forma geral, a faixa ótima para o desenvolvimento do fungo é de 25-28°C e umidade relativa de 96%. Pouca esporulação ocorre a 15 e 40°C, além de ser significativamente reduzida pela exposição a períodos de baixa umidade relativa. Porém, esta esporulação do fungo é responsável pela transmissão secundária de *M. anisopliae* entre os insetos, permitindo desta forma, diminuir a frequência de pulverizações necessárias para manter a população de cigarrinhas em níveis reduzidos (HALLSWORTH & MAGAN, 1999).

Pelos resultados obtidos, acredita-se que as altas temperaturas e baixa precipitação pluviométrica logo após a instalação do experimento, até aos 30 dias da aplicação, possa ter afetado negativamente a eficiência do fungo para controlar a praga, a qual teve uma nova reinfestação aos 60 dias da aplicação. Almeida et al. (2003) observaram que áreas tratadas com 1 kg de *M. anisopliae*, aplicado em outubro e novembro, mantiveram a população abaixo do nível de controle. Os autores observaram temperaturas amenas e altas precipitações durante a condução do experimento.

Dinardo-Miranda et al. (2004) estudando a eficiência do fungo *M. anisopliae* no controle de *M. fimbriolata* em Guaira e Tarumã, no Estado de São Paulo, concluíram que o fungo foi mais eficiente em Guaira, provavelmente pela interferência de fatores climáticos após a aplicação do fungo em campo na região de Tarumã.

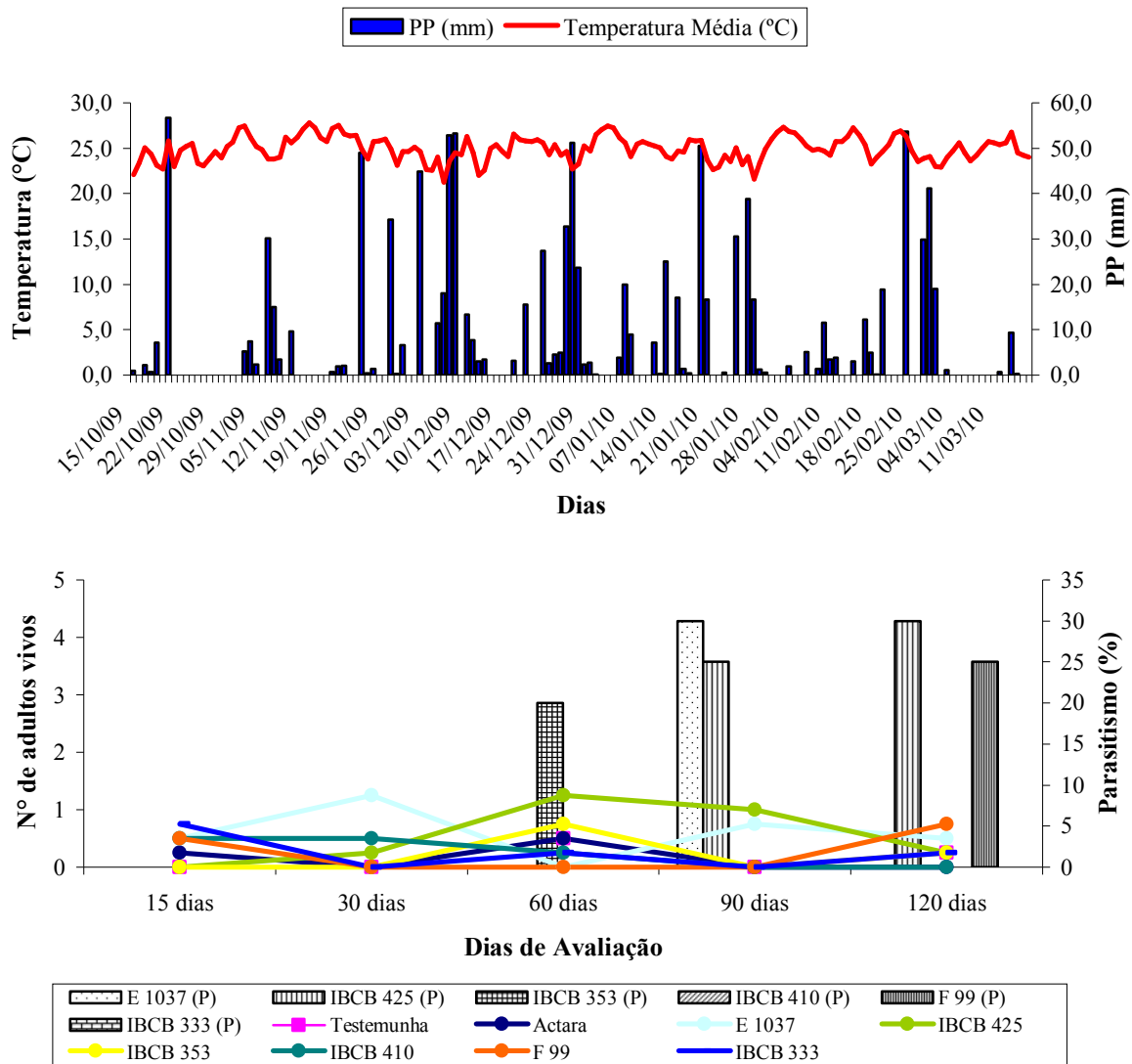


Figura 12. Temperatura média e precipitação de setembro de 2009 a março de 2010, número médio de adultos vivos por metro linear de *Mahanarva fimbriolata* e porcentagem de insetos parasitados (P) pelos isolados de *Metarhizium anisopliae* (Guariba/ SP).

Com relação ao inseticida tiametoxam, o maior controle proporcionado por ele, provavelmente, é em função de seu maior período de exposição da cigarrinha-das-

raízes ao produto em razão de sua característica sistêmica. O inseticida, quando da instalação do experimento, foi aplicado também no solo e na palhada, sendo, então, liberado à planta de forma mais lenta. Dessa forma, o produto provavelmente permaneceu pela planta por maior período de tempo, tornando a infestação pela praga nula, após 120 dias da aplicação.

4.3 Manejo da população da cigarrinha-das-raízes em área comercial

Pode-se observar que na Fazenda São Domingos, zona 41, a flutuação populacional, na safra agrícola 08/09, evidencia a ocorrência de uma primeira geração da praga em novembro, para ambos os talhões avaliados, com uma infestação de cerca de 0,3 ninfas/ metro linear. Nos meses de dezembro e janeiro foi verificado um aumento na precipitação pluviométrica, sendo atingido mais de 220 mm de chuva, para cada mês. Com isso, foi evidenciada a ocorrência da segunda geração da praga em janeiro e fevereiro, para os talhões 5 e 4, respectivamente (Figura 13), sendo, então, verificada uma correlação positiva para os talhões 4 ($p = 0,99$) e 5 ($p = 0,95$) entre a precipitação e a ocorrência da praga.

A infestação na segunda geração atingiu níveis de 1,3 ninfas/ metro linear para o talhão 5 e, de 3 ninfas/ metro linear para o talhão 4, ocorrendo um aumento acima do Nível de Controle, considerado, neste caso, de 0,5 ninfas/ metro linear. Assim, a infestação da praga foi controlada com a aplicação aérea de 2 kg de arroz + fungo (*M. anisopliae*) nas áreas, o que pode ser comprovado no talhão 5, onde a infestação no mês de fevereiro, após a aplicação do fungo, passou a ser nula (Figura 13).

Na safra agrícola 09/10, a curva de flutuação populacional evidencia a ocorrência de três gerações da praga se desenvolvendo entre os meses de janeiro a março de 2010. A primeira geração ocorreu em janeiro de 2010, após intensas chuvas no mês de dezembro, as quais atingiram cerca de 370 mm. A segunda geração ocorreu em fevereiro e, a terceira e maior geração, em março de 2010 (Figura 13). Para esta safra foi observada uma correlação moderada para o talhão 4 ($p = 0,59$) e uma correlação positiva para o talhão 5 ($p = 0,76$) entre a ocorrência de ninfas e chuva.

As infestações médias foram de 0,25, 0,7 e 2,3 ninfas/ metro linear para primeira, segunda e terceira geração, respectivamente, para o talhão 4 e, 0,18, 1,18 e 2,24

ninfas/ metro linear para primeira, segunda e terceira geração, respectivamente, para o talhão 5. Apesar de ter ocorrido um aumento de infestação na segunda e terceira geração acima do Nível de Controle, para ambos os talhões, não foram realizadas aplicações de *M. anisopliae* nestas áreas (Figura 13).

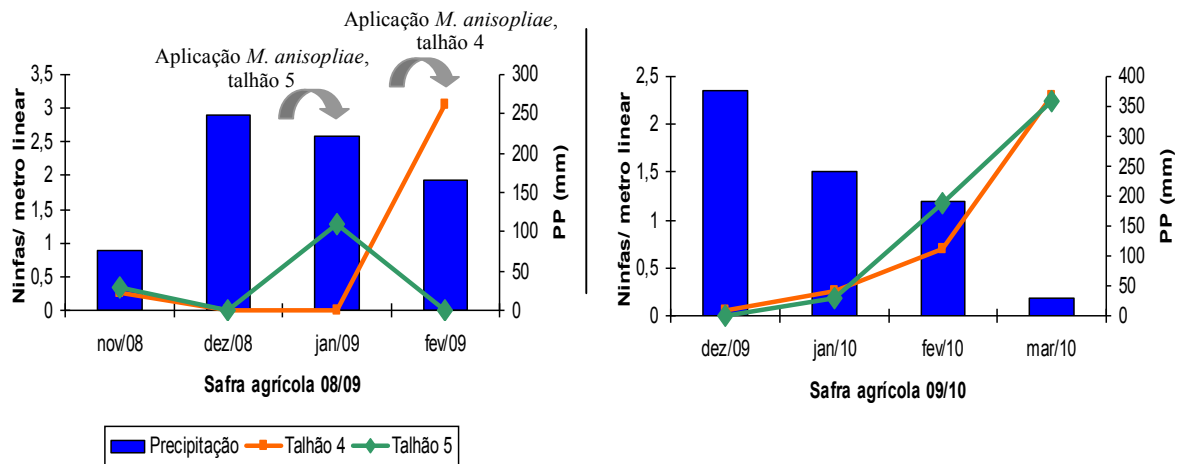


Figura 13. População de ninfas de *Mahanarva fimbriolata*, em cana-de-açúcar, no período de novembro de 2008 a março de 2010. Fazenda São Domingos, zona 41, Grupo Cosan – Unidade Bonfim, Guariba – SP.

Na Fazenda São Domingos, zona 42, a flutuação populacional, na safra agrícola 08/09, evidencia a ocorrência de uma primeira geração da praga ocorrendo em dezembro, para os talhões 2 e 4, seguindo a segunda geração em janeiro e a terceira e maior geração em fevereiro, com uma infestação de cerca de 1,2 ninfas/ metro linear. Para o talhão 5, a primeira geração ocorreu em dezembro e, a segunda geração, com 3,17 ninfas/ metro linear, foi verificada em fevereiro (Figura 14).

Tentou-se contornar a infestação da praga com a aplicação do fungo *M. anisopliae* nas áreas. Para o talhão 5, o fungo foi aplicado logo na primeira geração, em dezembro e, este mostrou-se eficiente, pois a população da praga em janeiro passou a ser nula, atingindo um novo pico somente em fevereiro, quando deveria ter sido feita uma nova aplicação do fungo. Os talhões 2 e 4 receberam a aplicação do fungo somente quando atingiram o pico populacional, em fevereiro (Figura 14). Quanto a correlação da ocorrência da praga com o aumento de chuvas observou-se correlação positiva para os talhões 2 ($p = 0,99$), 4 ($p = 0,89$) e 5 ($p = 0,86$), nesta safra.

Na safra agrícola 09/10, a curva de flutuação populacional evidencia a ocorrência de três gerações da praga se desenvolvendo entre os meses de janeiro a março de 2010, para os talhões 4 e 5, onde a primeira geração ocorreu em janeiro de 2010, após a ocorrência de intensas chuvas no mês de dezembro, as quais atingiram cerca de 370 mm. A segunda geração ocorreu em fevereiro e, a terceira, em março de 2010. Para o talhão 2 ocorreram apenas duas gerações, a primeira em fevereiro e a segunda em março (Figura 14). Observou-se uma variação na ocorrência de ninfas na safra agrícola 09/10, o que indicou correlação fraca entre a precipitação e a presença do inseto para os talhões 2 ($p = -0,02$), 4 ($p = 0,33$) e 5 ($p = 0,19$).

Para o talhão 2, as infestações foram de 1,07 e 1,13 ninfas/ metro linear para primeira e segunda geração, respectivamente, para o talhão 4 foram de 1,87, 1,27 e 1,73 ninfas/ metro linear para primeira, segunda e terceira geração, respectivamente, por fim, para o talhão 5, as infestações atingiram 0,67, 1,42 e 1,83 ninfas/ metro linear para primeira, segunda e terceira geração, respectivamente. Apesar de ter ocorrido um aumento de infestação em todas as gerações acima do Nível de Controle, para todos os talhões, não foram realizadas aplicações de *M. anisopliae* nestas áreas (Figura 14).

Garcia (2006), estudando a flutuação populacional de *Mahanarva fimbriolata* em cana-de-açúcar, verificou que as flutuações populacionais evidenciam a ocorrência de três gerações da *M. fimbriolata* ocorrendo entre os meses de outubro e março. A primeira geração ocorreu entre outubro e dezembro, a segunda entre janeiro e fevereiro e a terceira entre março e abril.

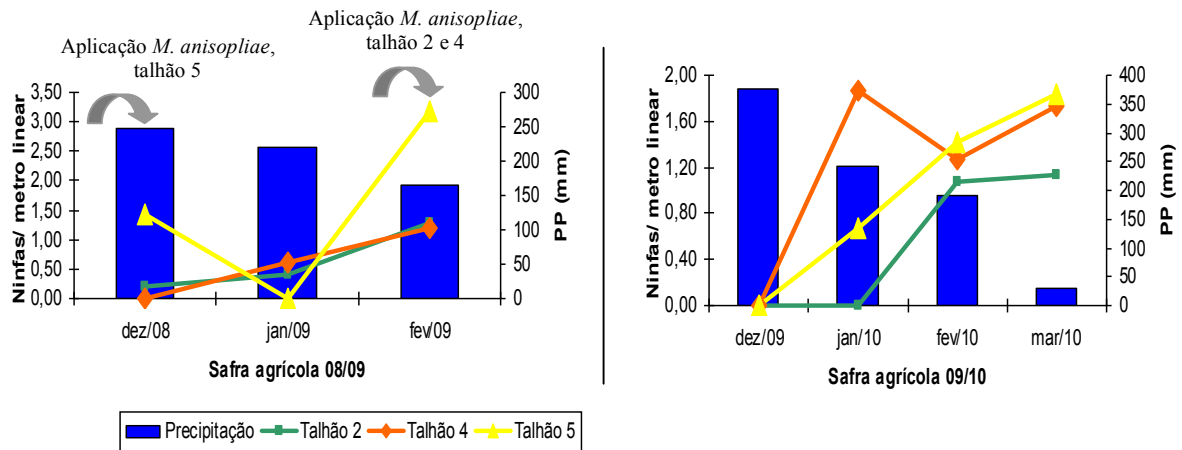


Figura 14. População de ninfas de *Mahanarva fimbriolata*, em cana-de-açúcar, no período de novembro de 2008 a março de 2010. Fazenda São Domingos, zona 42, Grupo Cosan – Unidade Bonfim, Guariba – SP.

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

Três gerações desta praga também foram evidenciadas por Stingel (2005) entre os meses de outubro de 2003 e maio de 2004 em fazendas localizadas em Ourinhos-SP. Concordando com os dados obtidos neste estudo para a safra agrícola 09/10, este mesmo autor encontrou picos populacionais no mês de março, atingindo 10,2 ninfas/

metro linear, na terceira geração. Este fato não é comum para o estado de São Paulo, onde a segunda geração da praga, geralmente é a maior e ocorre entre janeiro e fevereiro (ALMEIDA, 2001).

Para a Unidade Gasa, Fazenda Ipanema II, na safra agrícola 08/09, para os dois talhões avaliados, pode-se verificar uma infestação muito baixa da praga no mês de dezembro, o que pode ter ocorrido devido ao baixo volume hídrico obtido em novembro, o que, provavelmente, atrasou o aparecimento do inseto no campo. Porém, em janeiro a população da praga aumentou e atingiu níveis de cerca de 3,0 ninfas/ metro linear, alcançando o Nível de Controle. Para controlar a praga foi realizada uma aplicação de 2 kg de arroz + fungo (*M. anisopliae*) nas áreas (Figura 15). Apesar da baixa precipitação, observou-se correlação positiva entre este fator e o aumento da população de cigarrinhas no campo para o talhão 62 ($p = 0,91$) e talhão 67 ($p = 0,88$).

Observando a safra agrícola 09/10, pode-se concluir que a flutuação populacional de *M. fimbriolata* foi semelhante ao que, geralmente, ocorre no estado de São Paulo, onde evidencia-se a primeira geração ocorrendo entre outubro e novembro e, uma segunda geração, maior do que a primeira, ocorrendo entre dezembro e janeiro (Figura 15).

Para o talhão 62, as infestações atingiram o pico populacional em dezembro, com 6,72 ninfas/ metro linear, quando então esta área recebeu uma aplicação do fungo *M. anisopliae*. Enquanto para o talhão 67, as infestações atingiram altos índices logo na primeira geração e, posteriormente na segunda geração, com 6,82 e 7,50 ninfas/ metro linear, respectivamente. Com isso, este talhão recebeu duas aplicações do fungo *M. anisopliae*, sendo a primeira no mês de outubro e a segunda em janeiro (Figura 15).

O fungo mostrou-se eficiente no controle da cigarrinha-das-raízes, o que pode ser verificado observando-se que, no talhão 62, a infestação baixou de 6,72 em dezembro para 1,44 ninfas/ metro linear, em janeiro, após a aplicação do fungo. O mesmo ocorreu com o talhão 67, onde a infestação de outubro para novembro baixou drasticamente, após a aplicação do fungo (Figura 15). Segundo Alves (1986), a temperatura e a umidade ambientais são fatores relevantes no desenvolvimento do ciclo das relações parasito/hospedeiro, influenciando na germinação dos esporos, no desenvolvimento do tubo germinativo e na penetração do fungo no hospedeiro. Assim, é provável que fatores climáticos após a aplicação do fungo em campo

tenham auxiliado em seu desempenho. A correlação entre a precipitação e o número de ninfas/metro linear, para a safra agrícola 09/10, mostrou-se positiva para o talhão 62 ($p = 0,84$) e talhão 67 ($p = 0,71$).

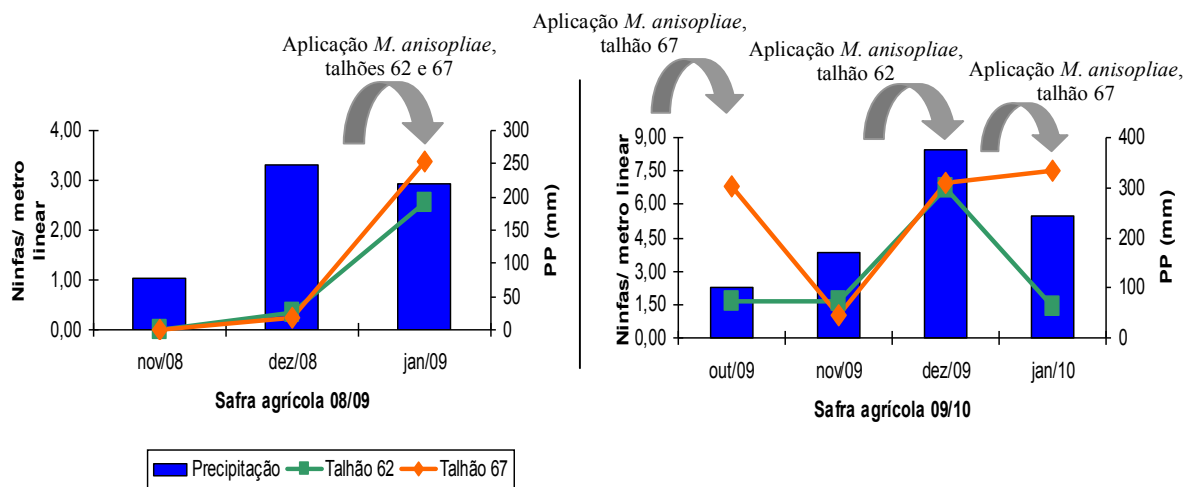


Figura 15. População de ninfas de *Mahanarva fimbriolata*, em cana-de-açúcar, no período de novembro de 2008 a março de 2010. Fazenda Ipanema II, zona 25, Grupo Cosan – Unidade Gasa, Andradina – SP.

Na Fazenda Guanabara II, zona 11, verificou-se que a população da cigarrinha-das-raízes foi considerada baixa, mantendo-se abaixo do nível de controle, na safra agrícola 08/09, durante os meses críticos para ocorrência desta praga. Isto ocorreu provavelmente devido ao baixo volume hídrico observado, uma vez que se verificou correlação positiva entre estes fatores para o talhão 18 ($p = 0,79$) e para o talhão 20 ($p = 0,79$). Porém, na safra 09/10, também foi observada esta correlação positiva para ambos talhões, 18

($p = 0,80$) e 20 ($p = 0,78$) e a população de *M. fimbriolata* atingiu níveis elevados desde a primeira geração, a qual foi evidenciada em outubro e novembro com infestações de 2,30 e 1,15 ninfas/ metro linear, para os talhões 18 e 20, respectivamente. Uma segunda geração, maior do que a primeira, foi verificada entre dezembro e janeiro, passando para terceira geração em fevereiro. Para o talhão 18, o pico populacional atingiu 7,80 ninfas/ metro linear, em janeiro e, o talhão 20 apresentou o pico em fevereiro, com 6,10 ninfas/ metro linear (Figura 16).

Nesta área foi realizada uma única aplicação do fungo *M. anisopliae*, em ambos os talhões, tentando atingir a primeira geração da praga, porém não foi verificada uma boa eficiência do fungo, provavelmente devido à precipitação pluviométrica ter sido mais baixa no mês da aplicação do fungo.

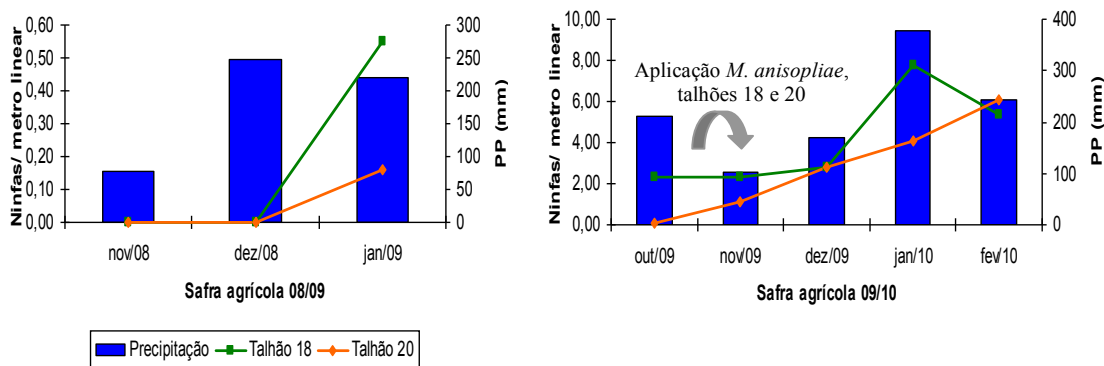


Figura 16. População de ninfas de *Mahanarva fimbriolata*, em cana-de-açúcar, no período de novembro de 2008 a março de 2010. Fazenda Guanabara II, zona 11, Grupo Cosan – Unidade Gasa, Andradina – SP.

Comparando-se as curvas populacionais da cigarrinha-das-raízes obtidas em cada região (Guariba e Andradina) verificou-se que as maiores infestações desta praga são observadas nas propriedades localizadas na região de Andradina – SP, isto porque as variações na curva de flutuação populacional podem ocorrer em função de diferentes características de cada propriedade. O regime de chuvas e/ ou irrigação pode interferir na ocorrência da praga, pois em locais ou anos mais úmidos, o período de ocorrência da praga estende-se ligeiramente e, sob estresse hídrico, as populações reduzem-se (DINARDO-MIRANDA, 2008).

A temperatura do solo também exerce grande influência na dinâmica populacional de cigarrinhas (MENDES, 1978) e é uma das razões pelas quais as populações da praga se mantêm baixas em períodos de chuvas muito frequentes e abundantes (DINARDO-MIRANDA et al., 2006). A idade da cultura no período de ocorrência da praga, também influencia a população de cigarrinhas. Canaviais colhidos em início de safra apresentam populações maiores que aqueles colhidos em final de safra, basicamente devido ao tamanho das plantas, quando da ocorrência da praga. A cultura colhida no início de safra, durante o verão, quando o ataque da cigarrinha-das-raízes é mais intenso, apresenta plantas maiores que aquelas colhidas no final da safra, contribuindo para um maior sombreamento do terreno, favorecendo o desenvolvimento da cigarrinha (DINARDO-MIRANDA et al., 2001). Considerando que, as fazendas da região de Andradina foram colhidas em abril e junho e, as áreas de Guariba foram colhidas em outubro, os dados demonstrados neste estudo concordam com estes autores.

Embora as infestações de cigarrinha sigam as mesmas tendências de crescimento e declínio em todas as variedades, se cultivadas em um só local, os níveis populacionais variam grandemente em função da hospedabilidade à praga. Assim, Dinardo-Miranda et al. (2001) verificaram que as infestações nos genótipos IAC83-2396 e SP80-1842 foram significativamente superiores às de outros, como IAC82-3092, o que permite considerar os primeiros como preferidos pelo inseto. Almeida et al. (2003) verificaram que a variedade RB85-5546 foi a preferida pelas ninfas da cigarrinha-da-raíz, quando comparada às variedades RB85-5113, RB85-5002, RB85-5156, IAC87-3396 e RB85-5453. As variedades IAC87-3396, RB85-5113, RB85-5156 e RB85-5453 foram consideradas menos atrativas à cigarrinha.

As variedades cultivadas nas fazendas da região de Andradina foram RB85-5453 e RB83-5486 e nestas obteve-se as maiores infestações de cigarrinha durante o período avaliado, quando comparadas às variedades cultivadas em Guariba, SP91-1049, RB94-5961, IAC91-5155 e PO88-62. Dinardo-Miranda et al. (1999 e 2000) também observaram que RB82-5336, RB83-5486 e SP80-1842 foram preferidas e suscetíveis, havendo perdas de produtividade, aumento de fibra e diminuição do açúcar, diminuindo as qualidades industriais.

Dessa forma, o manejo de áreas com problemas de cigarrinha, para ser bem sucedido, deve levar em consideração cada situação de cultivo, envolvendo desde a variedade, temperatura e precipitação pluviométrica da região até a época de colheita.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cigarrinha-das-raízes, *Mahanarva fimbriolata*, tornou-se uma praga relevante no estado de São Paulo a partir de meados da década de 1990, quando se iniciaram as transformações no sistema de produção da cultura da cana-de-açúcar, onde ocorreu incremento das áreas de colheita de cana crua. Nesse sistema de colheita, o acúmulo de palha contribuiu para manter a umidade do solo, favorecendo significativamente o crescimento populacional desse inseto. Além disso, a despalha de cana a fogo, antes da colheita, contribuía para destruir parte dos ovos depositados no solo e na palhada.

A ocorrência natural do fungo *M. anisopliae* atacando cigarrinha-das-raízes em canaviais de todo o país é bastante comum e incentiva o uso desse agente de controle biológico em áreas infestadas pela praga.

O processo de seleção de isolados desse entomopatógeno é fundamental para o estabelecimento de um programa de controle microbiano. A produção e a eficiência permitiram definir os isolados E 1037 e IBCB 425 como os mais promissores para controlar ninfas e adultos dessa praga.

Quando considerado o manejo da cigarrinha-das-raízes em áreas comerciais observa-se que a flutuação populacional de ninfas e adultos pode variar conforme as intensidades pluviométricas, temperatura da região produtora e variedade da cultura utilizada. A eficiência do fungo também depende das condições específicas da situação de cultivo.

6 CONCLUSÕES

Os isolados ESALQ 1037, IBCB 425, F 99, IBCB 353, IBCB 410 e IBCB 631 produzem maior quantidade de conídios e são mais produtivos quando utilizado o arroz tipo parboilizado no processo de produção.

O arroz parboilizado permite maior produção de conídios para a grande maioria dos isolados avaliados.

Os isolados ESALQ 1037, IBCB 425, F 99, IBCB 353, IBCB 410 e IBCB 631 são eficientes no controle da cigarrinha-das-raízes da cana-de-açúcar até 120 dias após a aplicação.

Os isolados ESALQ 1037, IBCB 425 são os mais promissores para o controle da cigarrinha-das-raízes da cana-de-açúcar em áreas comerciais.

O manejo da cigarrinha-das-raízes depende das condições de temperatura, precipitação pluviométrica e condições da cultura em cada região de cultivo.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

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, 5, 2001, Sertãozinho. **Anais...**Campinas: 2001. p.35-47.

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

ALMEIDA, J.E.M.; BATISTA FILHO, A.; SANTOS, A.S. Controle da cigarrinha-da-raiz da cana-de-açúcar *Mahanarva fimbriolata* com o fungo entomopatogênico *Metarhizium anisopliae*. **STAB. Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v.21, p.84-89, 2002.

ALMEIDA, J.E.M.; BATISTA FILHO, A.; MENDES, J.M. Controle de *Mahanarva fimbriolata* (Hemiptera: Cercopidae) com *Metarhizium anisopliae* aplicados em diferentes épocas, na cultura da cana-de-açúcar. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 8, 2003, São Pedro, **Livro de Resumos...** São Pedro: 2003. p.65.

ALMEIDA, J.E.M.; BATISTA FILHO, A.; SANTOS, A.S. Avaliação do controle biológico de *Mahanarva fimbriolata* (Hom., 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, jan./mar., 2003.

ALMEIDA, J.E.M.; BATISTA FILHO, A. Controle biológico da cigarrinha-da-raiz da cana-de-açúcar com o fungo *Metarhizium anisopliae*. **Boletim Técnico do Instituto Biológico**. São Paulo, 2006. 19p.

ALVARENGA, A.R.M.; CRUZ, B.P.B.; OLIVEIRA, D.A.; SILVEIRA, A.P.; BULISANI, E.A. Novos testes de cultivo de fungos utilizados em controle biológico usando meios de cultura naturais líquidos. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.55, n.1/4, p.31-35, 1988.

ALVES, S.B. **Caracterização, padronização e produção do *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok.** 1982. 95p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

ALVES, S.B. **Fungos entomopatogênicos**. São Paulo: MANOLE, 1986. 407p.

ALVES, S.B. Perspectivas para utilização de fungos entomopatogênicos no controle de pragas no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.27, p.77-86, 1992.

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

ALVES, S.B. Fungos entomopatogênicos. In: ALVES, S.B. (Ed.). **Controle microbiano de insetos**. Piracicaba: FEALQ, 1998a. Cap. 11, p. 289-381.

ALVES, S.B. Produção de fungos entomopatogênicos. In: ALVES, S.B. (Ed.). **Controle microbiano de insetos**. Piracicaba: FEALQ, 1998b. Cap. 11, p. 289-381.

ALVES, S.B.; PEREIRA, R.M. Produção do *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. e *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. Em bandejas. **Ecosistema**, Espírito Santo do Pinhal, v. 14, p. 188-192, 1989.

ALVES, S.B.; LOPES, R.B. **Controle microbiano de pragas na América Latina: Desafios e Avanços**. Piracicaba: FEALQ, 2008. 414p.

AQUINO, M.L.N. O fungo entomopatogênico *Metarhizium anisopliae* (Metsch) Sorokin, no Estado de Pernambuco. **Boletim Técnico do Instituto de Pesquisas Agronômicas**, Recife, v.72, p.1-26, 1974.

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

ARTHURS, S.; THOMAS, M.B. Effects of temperature and relative humidity on sporulation of *Metarhizium anisopliae* var. *acridum* in mycosed cadavers of *Schistocerca gregaria*. **Journal of Invertebrate Pathology**, San Diego, v.78, p.59-65, 2001.

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

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

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

BARBOSA. V. Cultivo de soqueira, adubação e reforma de canaviais sob sistema de cana crua, p.31-32. In: SEMANA DA CANA-DE-AÇÚCAR DE PIRACICABA, 4, 1998, Piracicaba, **Anais**...Piracicaba: 1998. p.31-32.

BATISTA FILHO, A.; LEITE, L.G.; TAKADA, H.M.; LAMAS, C.; RAMIRO, Z.A. Incidência do fungo entomopatogênico *Batkoa apiculata* (Entomophthorales) sobre cigarrinhas das pastagens em Pindamonhangaba, SP. In: REUNIÃO ANUAL DO INSTITUTO BIOLÓGICO, 10., São Paulo, 1997. Resumo...**arquivos do Instituto Biológico**, v. 64, p.82, 1997.

BATISTA FILHO, A. et al. Eficiência de isolados de *Metarhizium anisopliae* no controle de cigarrinha-da-raiz da cana-de-açúcar *Mahanarva fimbriolata* (Hom.: Cercopidae). In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 7., 2001, Poços de Caldas. **Livro de resumos**... Poços de Caldas: 2001. p. 223.

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

BOTELHO, P.S.M.; MENDES, A.C.; MACEDO, N.; SILVEIRA NETO, S. Atração da cigarrinha da raiz *Mahanarva fimbriolata* (Stal 1854) (Homoptera: Cercopidae), por luzes de diferentes comprimentos de onda. **Brasil Açucareiro**. Rio de Janeiro, v. 88, n. 3, p. 37-42, 1976.

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

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

CAMINHA FILHO, A. A cigarrinha dos canaviais em Sergipe. **Brasil açucareiro**, v.25, n.1, p.92-97, 1945.

CLAYTON, W.D.; DANIELS, C.A. Geographical, historical and cultural aspect of origin of the Indian and Chinese sugarcane *S. barberi* and *S. sinensis*. **ISSCT Sugarcane Breed. Newslater**, Mackknade, v.36, p. 4-23, 1975.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2010. Disponível em (http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/1_cana_10.pdf). Acesso em: 15 jul. 2010.

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

CORRÊA, P.M. **Dicionário de plantas úteis do Brasil**. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1926. v. 1, Cap. 13.

CRUZ, B.P.B.; ABREU, O.C.; OLIVEIRA, D.A.; CHIBA, S. Crescimento de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin em meios de cultura naturais, líquidos. **Biológico**, São Paulo, v.49, n.5, p.111-116, 1983.

DINARDO-MIRANDA, L.L. Cigarrinhas em cana crua. In: Semana de cana-de-açúcar em Piracicaba, 4., 1999, Piracicaba. **Anais...Piracicaba**: STAB, 1999. p. 36-37.

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

DINARDO-MIRANDA, L.L. PRAGAS. In: DINARDO-MIRANDA, L.L.; VASCONCELOS, A.C.M.; LANDELL, G.A. (Eds.). **Cana-de-açúcar**, Campinas: Instituto Agrônômico, cap. 17, p.349-404, 2008.

DINARDO-MIRANDA, L.L.; GIL, M.A. Estimativa do nível de dano econômico de *Mahanarva fimbriolata* (Stal) (Hemiptera: Cercopidae) em cana-de-açúcar. **Bragantia**, v.66, n.1, p. 81-88, 2007.

DINARDO-MIRANDA, L.L.; FIGUEIREDO, P.; LANDELL, M.G.A.; FERREIRA, J.M.G.; CARVALHO, P.A.M. Danos causados pelas cigarrinhas das raízes (*Mahanarva fimbriolata*) a diversos genótipos de cana-de-açúcar. **STAB Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v.17, n.5, p.48-53, 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**, Piracicaba, v.19, n.2, p.34-35, 2000.

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

DINARDO-MIRANDA, L.L.; GARCIA, V.; PARAZZI, V.J. Efeito de inseticidas no controle de *Mahanarva fimbriolata* (Stal) (Hemiptera, Cercopidae) e de nematóides fitoparasitos na qualidade tecnológica e na produtividade da cana-de-açúcar. **Neotropical Entomology**, v.31, n.4, p.609-614, 2002.

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

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

DINARDO-MIRANDA, L.L.; VASCONCELOS, A.C.M.; VIEIRA, S.R.; FRACASSO, J.V.; GREGO, C.R. Avaliação da distribuição espacial de *Mahanarva fimbriolata* (Hemiptera: Cercopidae) em cana-de-açúcar, usando geoestatística. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 21, 2006, Recife, **Resumos**, Recife: Sociedade Brasileira de Entomologia, 2006 (CD-ROM).

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

ENCONTRO NACIONAL DOS ENTOMOLOGISTAS DO IAA/PLANALSUCAR, 1980. Itajaí. **Anais...**Itajaí, 1980. 273p.

FENNAH, R.G. Revisionary notes on the New World genera of Cercopid froghoppers. **Bulletin Entomological Research**, London, v. 58, n. 1, p. 165-190, 1968.

FERNANDES, P.M.; VELOSO, V.R.S.; SOARES, R.A.B.; WATANABE, A.; SOUZA, H.D. Comparação de meios de cultura para produção massal de *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae*. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 4, 1994, Gramado. **Livro de Resumos...** Gramado: 1994. p.17.

FEWKES, D.W. The control of froghoppers in sugar-cane plantations. In: WILLIAMS, J.R. et al. **Pests of sugarcane**. Amsterdam: Elsevier Publication, 1969. p.309-324.

FIGUEIREDO, P. Breve história da cana-de-açúcar e do papel do instituto agrônômico no seu estabelecimento no Brasil. In: DINARDO-MIRANDA, L.L.; VASCONCELOS, A.C.M.; LANDELL, G.A. (Eds.). **Cana-de-açúcar**, Campinas: Instituto Agrônômico, cap. 1, p.31-44, 2008.

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

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

GALLO, D. et al. **Manual de Entomologia Agrícola**. 3.ed. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920p.

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

GARCIA, J.F. **Bioecologia e manejo da cigarrinha-das-raízes, *Mahanarva fimbriolata* (Stal, 1854) (Hemíptera: Cercopidae), em cana-de-açúcar**. 2006. 99p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

GARCIA, J.F.; BOTELHO, P.S.M. Volta indesejada – estratégias contra a cigarrinha da cana. **Cultivar – Grandes Culturas**, Pelotas, n. 81, p. 37-39, jan. 2006.

GONÇALVES, J.S.; SOUZA, S.A.M. Proibição da queima de cana no Estado de São Paulo: simulações dos efeitos na área cultivada e na demanda pela força de trabalho. **Informações Econômicas**, v.28, n.3, p.21-40, 1998.

GUAGLIUMI, P. As cigarrinhas dos canaviais no Brasil. I Contribuição: Perspectivas de uma luta biológica nos Estados de Pernambuco e Alagoas. **Brasil Açucareiro**, v.72, n.3, p.34-43, 1968.

GUAGLIUMI, P. Inimigos naturais da cigarrinha da folha, *Mahanarva posticata* Stal. **Boletim Técnico da CODECAP**, Recife, v.1, p.1-37, 1969.

GUAGLIUMI, P. As cigarrinhas dos canaviais (HOM., Cercopidae) no Brasil. VI Contribuição: A nova nomenclatura e a distribuição das espécies mais importantes. **Brasil Açucareiro**, v.76, n.1, p.75-89, 1970.

GUAGLIUMI, P. Luta integrada contra as cigarrinhas da cana e das pastagens do nordeste do Brasil. Recife, Comissão Executiva de Defesa Sanitária da Lavoura Canavieira de Pernambuco, 1971. 41p. (Boletim 3).

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

GUAGLIUMI, P. Cigarrinha da raiz. In: **Pragas da cana-de-açúcar**. Rio de Janeiro, 1973. p.69-103. (Coleção Canavieira).

GUAGLIUMI, P.; MARQUES, E.J.; VILAS BOAS, A.M. Contribuição ao estudo da cultura e aplicação de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. no controle da cigarrinha da folha *Mahanarva posticata* Stal no Nordeste do Brasil. **Boletim Técnico da CODECAP**, Recife, v.3, 1974. 54p.

GUPPY, P.L. Life history of the Syrphid fly predaceous on froghopper nymphs. **Bulletin of the Department of Agriculture**, Trinidad & Tobago, v.12, n.75. p.159-161, 1913.
IAA/PLANALSUCAR. Relatório anual: programa nacional de melhoramento da cana-de-açúcar. São Paulo, 1977. 88p.

HALLSWORTH, J.E.; MAGAN, N. Water and temperature relations of growth of the entomogenous fungi *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* and *Paecilomyces farinosus*. **Journal of Invertebrate Pathology**, San Diego, v.74, p.261-266, 1999.

IAA/PLANALSUCAR. Relatório anual: programa nacional de melhoramento da cana-de-açúcar. São Paulo, 1977. 88p.

IAA/PLANALSUCAR. Relatório anual: programa nacional de melhoramento da cana-de-açúcar. São Paulo, 1982. p.11-116.

INSTITUTO ECONOMIA AGRÍCOLA, 2004. Disponível em (<http://www.iea.br/estatistica>). Acesso em: 1 abr. 2004.

LEITE, L.G. **Ocorrência, produção e preservação de micélio seco de *Batkoa* sp. e *Furia* sp., patógenos das cigarrinhas das pastagens**. Piracicaba, 2002. 133f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

LEITE, L.G.; BATISTA FILHO, A.; CRUZ, B.P.B. Crescimento vegetativo do fungo *Zoophthora radicans* (Brefeld) Humber em diferentes meios de cultura naturais. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.58, n.1/2, p.21-24, 1991.

LEITE, L.G.; BATISTA FILHO, A.; ALMEIDA, J.E.M.; ALVES, S.B. **Produção de fungos entomopatogênicos**. Ribeirão Preto: Alexandre de Sene Pinto, 2003. 92p.

LENTEREN, J.C.; ROSKAM, M.M.; TIMMER, R. Commercial mass production and pricing of organisms for biological control of pests in Europe. **Biological Control**. Orlando, v.10, p. 143-149, 1997.

LOPES, R.B.; TAMAI, M.A.; ALVES, S.B. Eficiência de *Metarhizium anisopliae* no controle de *Mahanarva fimbriolata* em cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 19., 2002, Manaus. **CD-ROM**... Manaus: 2002.

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).** 2004. 91f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

LOUREIRO, E.S.; BATISTA FILHO, A.; ALMEIDA, J.E.M.; PESSOA, L.G.A. Seleção de isolados de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. contra a cigarrinha-das-raízes da cana-de-açúcar, *Mahanarva fimbriolata* (Stal, 1854) (Hemiptera: Cercopidae), em laboratório. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n. 5, p. 791-798, set/out, 2005.

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

MACEDO, N.; ALVES, S.B.; SIGNORETTI, A.G.C. Seleção de isolados de *Metarhizium anisopliae* para cigarrinha-da-raiz da cana-de-açúcar (*Mahanarva fimbriolata*) utilizando nova metodologia. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 8., 2003, São Pedro. **Livro de Resumos**... São Pedro: 2003. p.86.

MARICONI, F.A.M. **Inseticidas e seu emprego no combate às pragas**. 2.ed. São Paulo: Biblioteca Agrônômica Ceres, 1963. 607p.

MARQUES, E.J. Controle microbiano de cigarrinhas (Hemiptera: Cercopidae) com *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok.: eficiência e limitações. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 3., 1992, Águas de Lindóia. **Anais**... Águas de Lindóia: 1992. p.312.

MARQUES, E.J.; VILLAS BOAS, A.M. Contribuição ao estudo da cultura e aplicação de *Metarhizium anisopliae* (Metsch) no controle da cigarrinha da folha (*Mahanarva posticata*

Stal) no Nordeste do Brasil. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE ENTOMOLÓGICA DO BRASIL, 1, 1973, Viçosa. Livro de Resumos... Viçosa: 1973. p.70.

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

MENDES, A.C.; BOTELHO, P.S.M.; MACEDO, N.; SILVEIRA NETO, S. Behavior of the adults of the root froghopper, *Mahanarva fimbriolata* (Stal, 1854) (Hom., Cercopidae), according to climatic parameters. In: International Society of Sugar Cane Technologists Congress, 16, 1977, São Paulo. **Proceedings...**São Paulo: ISSCT, 1977. p. 617-631.

MENDES, A.C. Influence of climatic factors on the populations of sugarcane moth borer, *Diatraea saccharalis* (Fabr.), and root froghopper, *Mahanarva fimbriolata* (Stal). São Paulo – Brasil. **ISSCT Entomology Newsletter**, São Paulo, v.4, p.13, 1978.

MENDONÇA, A.F. **Pragas da cana-de-açúcar.** Maceió: INSETO & CIA. 1996. 239p.

MENDONÇA, A.F. et al. Controle biológico da cigarrinha da raiz *Mahanarva fimbriolata* (Hem.: Cercopidae) em áreas de corte mecanizado de cana crua. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 7., 2001, Poços de Caldas. **Livro de Resumos...** Poços de Caldas: 2001. p.131.

MENDONÇA, A.F.; COSTA, L.C.G. Rendimento da linhagem PL 191 de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. em diferentes substratos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 11., 1987, Campinas, **Anais...** Campinas: 1987. p.248.

MENDONÇA, A.F.; ROCHA, I.C.B. Produção de *Metarhizium anisopliae* no Estado de Alagoas, Brasil. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 3, 1992. Águas de Lindóia. **Livro de Resumos...**Águas de Lindóia: 1992. p.141.

MENDONÇA, A.F.; BARBOSA, G.V.S.; MARQUES, E.J. As cigarrinhas da cana-de-açúcar no Brasil. In: MENDONÇA, A.F. (Ed.). **Pragas da cana-de-açúcar.** Maceió: Inseto & Cia., 1996. p.171-192.

MEYER, E.; RICHARD, C. Sugarcane harvesting: what choices are there? **Sugar Journal**, v.58, n.9, p.23-25, 1996.

MOREIRA, C. A cigarrinha da canna de assucar. **Almanak Agrícola Brasileiro**, v.10, p.141-142, 1921.

MOREIRA, C. A cigarrinha vermelha da canna de assucar (*Tomaspis liturata* Lep. & Serv.). **Boletim do Instituto Biológico de Defesa Agrícola**, v.4, p.1-23, 1925.

NAHAS, E.; ARAI, N.N.S. Crescimento e esporulação de *Beauveria bassiana* em vários meios e condições de cultivo. **Revista de Microbiologia**, São Paulo, v.18, n.1, p.77-82, 1987.

NEVES, P.M.J. **Seleção de isolados de *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* e controle de *Cornitermes cumulans* (Kollar, 1832) (Isoptera, Termitidae)**. 1998. 113f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

NEVES, P.M.O.J.; SANTORO, P.H.; BELEIA, A. Produção de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. em diferentes tipos de arroz e técnicas de preparo. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 7, 2001, Poços de Caldas. **Livro de Resumos...Poços de Caldas: 2001.** p.388.

OLIVEIRA, S.M.C. de. **Exigências físicas e nutricionais para produção de *Sporothrix insectorum* em meios de cultura líquidos**. 2000. 45f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

OTTATTI-DE-LIMA, E. L. **Produção de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. e *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. em diferentes substratos e efeito da radiação ultravioleta e da temperatura sobre estruturas infectivas desses entomopatógenos**. 2007. 92f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

PACOLA-MEIRELES, L.D.; AZEVEDO, J.L. Variabilidade natural do fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana*. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v.33, p.657-672, 1990.

PEIXOTO, M.F.; FERNANDES, P.M.; SOARES, R.A.B.; BARBOSA, R.V.; OLIVEIRA, R.R.C. Controle e perdas provocadas por *Mahanarva fimbriolata* (Stal) (Hemiptera: Cercopidae) em cana-de-açúcar. **Gl. Sci. Tecnol.**, v.2, n.1, p.114-122, jan./abr., 2009.

PENARIOL, M.C.; MONTEIRO, A.C.; PITELLI, R.A.; PEREIRA, G.T. Produção de *Bipolaris euphorbiae* em meios de cultura sólidos e líquidos obtidos de grãos e resíduos agroindustriais. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.4, out./dez., 2008.

PINTO, A.S.; GARCIA, J.F.; BOTELHO, P.S. Controle biológico de pragas da cana-de-açúcar. In: PINTO, A.S.; NAVA, D.E.; ROSSI, M.M.; MALERBO-SOUZA, D.T. (Eds.). **Controle biológico de pragas na prática**, Piracicaba: CP 2, cap. 6, p.65-74, 2006.

PLANALSUCAR. IAA. MIC. **Relatório anual: 1975**. Piracicaba, 1975. 80p.

ROACH, B.T.; DANIELS, J. A review oh the origin and improviment of sugarcane. In: Copersucar International Sugarcane Breeding Woorkshop, 1987. Piracicaba: Copersucar, 1987, p. 1-31.

ROSSETTO, R. A cana-de-açúcar e a questão ambiental. In: DINARDO-MIRANDA, L.L.; VASCONCELOS, A.C.M.; LANDELL, G.A. (Eds.). **Cana-de-açúcar**, Campinas: Instituto Agrônômico, cap. 41, p.869-882, 2008.

SANTOS, Z. F.; CORREIA, J. S.; COSTA, J. M.; FERRAZ, M. C. V. D. *Levantamento dos inimigos naturais da cigarrinha-das-pastagens no estado da Bahia*. In: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DA BAHIA, Salvador. **Relatório anual, EEP/RECÔNCAVO**, 1983. s.n.t., p.120-122, 1983.

SÓSA-GOMEZ, D.R.; ALVES, S.B; MILANI, M.T. Characterization and phonetic analysis of geographical isolate of *Beauveria* spp. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.3, p. 401-409, 1994.

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

SOUZA, H.D. O controle cultural da cigarrinha e a sua importância na execução de um plano integrado de combate a esta praga da cana-de-açúcar. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v.76, n.4, 36-42, 1970.

STENVENSON, G.C. **Genetics and breeding of sugar cane**. London: Longmans, 1965. p. 284.

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

TAKADA, H.M. **Patogenicidade e seleção de isolados de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin e *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. para o controle de *Oryzophagus oryzae* (Costa Lima, 1936) (Coleóptera: Curculionidae).** 2002. 75f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

TAMAI, M.A. **Avaliação de fungos entomopatogênicos para o controle de *Tetranychus urticae* Koch.** 1997. 86f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

TERÁN, F.O. Pragas da cana-de-açúcar. In: PARANHOS, S.B. (Ed.). **Cana-de-açúcar cultivado e utilização.** Campinas: Fundação Cargill, 1987, v.2, p.601-698.

UNIÃO DA AGROINDÚSTRIA CANAVIEIRA DE SÃO PAULO – UNICA, 2004. Disponível em (<http://www.unica.com.br/estatística>). Acesso em: 27 mar. 2004.

VALÉRIO, J.R.; OLIVEIRA, M.C.M. Parasitismo de ovos de cigarrinhas-das-pastagens (Homóptera: Cercopidae) pelo microhimenóptero *Anagrus urichi* pickles (Hymenoptera: Mymaridae) na região de Campo Grande, MS. **Neotropical Entomology**, v.34, n.1, p.137-138, jan-fev, 2005.

VEIGA-FILHO, A.A.; FRONZAGLIA, T.; TORQUATO, S.A. A necessidade de inovação tecnológica agrícola para sustentar o novo ciclo expansionista do setor sucroalcooleiro. In: DINARDO-MIRANDA, L.L.; VASCONCELOS, A.C.M.; LANDELL, G.A. (Eds.). **Cana-de-açúcar**, Campinas: Instituto Agrônômico, cap. 40, p.855-868, 2008.

VERHAAR, M.A.; HIJWEGEN, T. Efficient production of phialoconidia of *Verticillium lecanii* for biocontrol of cucumber powdery mildew, *Sphaerotheca fuliginea*. **Netherlands Journal of Plant Pathology**, Wageningen, v.99, n.2, p.101-103, 1993.

VILLACORTA, A. Technique for the mass culture of the entomophagous fungus *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin in granular form. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Piracicaba, v.5, p.101-104, 1977.

VILAS BOAS, A.M.; ANDRADE, R.M.; OLIVEIRA, J.V. Diversificação de meios de cultura para a produção de fungos entomopatogênicos. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v.39, n.1, p.123-128, 1996.

WANGEN, D.R.B. **Silício na produtividade e no controle da cigarrinha-das-raízes *Mahanarva fimbriolata* Stal em cana-de-açúcar**. 2007.66f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

WENZEL, I.M. **Fatores nutricionais e produção em massa de *Verticillium lecanii* em meios naturais sólidos e líquidos**. 2002. 79f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

WENZEL, I.M.; MONTEIRO, A.C.; PEREIRA, G.T. Produção de conídios de *Lecanicillium lecanii* em substratos sólidos e líquidos obtidos de grãos. **Científica**, Jaboticabal, v.34, n.1, p.7-14, 2006.