



Avaliação da eficiência do controle biológico associado ao químico no manejo das cigarrinhas-das-pastagens

Vander de Freitas Rocha¹

Luiz Fernando Caldeira Ribeiro²

Resumo

O uso do fungo entomopatogênico *Metarhizium anisopliae*, associado a inseticidas, de maneira que não afete seu desenvolvimento, e tendo como resultado a redução populacional da praga, constitui o objetivo deste trabalho de pesquisa, cuja execução ocorreu no município de Alta Floresta no norte mato-grossense. O delineamento experimental foi conduzido em blocos ao acaso. Os ensaios foram compostos por 12 tratamentos e 4 repetições, totalizando 48 parcelas. A metodologia utilizada na contagem dos insetos e de massas de espumas foi a rede varredura para captura de cigarrinhas adultas e o quadrado de 0,25 cm para ninfas. Foram realizadas cinco leituras em intervalo de sete dias. Os dados foram tabulados e submetidos à análise de variância e comparados pelo teste de Duncan a 5 % de probabilidade. A mistura de defensivos químicos e biológicos mostrou-se promissora tanto no controle de *Mahanarva fimbriolata* quanto no de *Deois flavopicta*. Para o controle de massa de espuma, foi observada a mesma tendência. O uso associado do fungo entomopatogênico *M. anisopliae* e inseticidas constituiu uma alternativa de controle eficiente nas condições em que foi realizado o trabalho; o tratamento com Fipronil (10 mL ha⁻¹), associado ao *Metarhizium anisopliae*, mostrou-se mais eficiente entre todas as avaliações.

Palavras-chave: *Metarhizium anisopliae*. *Mahanarva fimbriolata*. *Deois flavopicta*. Fipronil

Introdução

Degradação das pastagens é definida por Macedo (1993) e Macedo e Zimmer (1993) como sendo o processo evolutivo de perda de vigor, produtividade e capacidade de recuperação natural das pastagens para sustentar os níveis de produção e qualidade exigidos pelos animais, assim como, a perda da habilidade de superar os efeitos nocivos de pragas, doenças e invasoras, resultando na degradação avançada dos recursos naturais, em razão de manejos inadequados. Desse modo, o final do processo culminaria com a ruptura dos recursos naturais, representada pela degradação do solo e alterações em sua estrutura; essas alterações são evidenciadas pela compactação e consequente redução das taxas de infiltração e capacidade de retenção de água no solo, o que causa erosão e assoreamento das nascentes de lagos e rios (MACEDO, 1993).

Embora as pastagens constituam a base da alimentação dos rebanhos na bovinocultura de corte nacional, insetos-praga em áreas sob pastejo apenas causam preocupação quando da constatação de altas infestações e danos evidentes. Isso é explicado tendo em vista que as pastagens são consideradas culturas de baixo valor por unidade de área, em que raramente são adotadas medidas

1 Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), professor interino do curso de Agronomia. vanderjeane@yahoo.com.br. Perimetral Rogério Silva, s/n, Residencial Flamboyant, Caixa Postal 324, Alta Floresta, MT, CEP: 78580-000.

2 Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), professor adjunto do curso de Agronomia. luizribeiro@unemat.br. Perimetral Rogério Silva, s/n, Residencial Flamboyant, Caixa Postal 324, Alta Floresta, MT, CEP: 78580-000.

curativas de controle (VALÉRIO et al., 1996). Além disso, apesar dos danos causados por insetos-praga na produção das forrageiras serem, em muitos casos, evidentes, são raros os dados sobre o impacto deles na produção animal. Como mencionado por Pottinger (1976), enquanto as perdas ocasionadas por insetos em culturas anuais são relativamente fáceis de estimar (por causa do efeito direto na colheita), a avaliação do dano de insetos em pastagens em termos de produção animal é complexa, onerosa e difícil.

As cigarrinhas-das-pastagens (*Hemiptera: Cercopidae*), representadas por diferentes gêneros e espécies, são os insetos que causam os maiores prejuízos às pastagens introduzidas no Brasil, principalmente a *Brachiaria decumbens* (Stapf) e *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick (HEWITT, 1985; KOLLER; HONER, 1994). As cigarrinhas são as principais pragas de gramíneas forrageiras, sendo os gêneros *Deois*, *Zulia* e *Mahanarva* mais comumente encontrados. Estima-se que os danos atinjam cerca de 10 milhões de hectares de pastagens, provocando prejuízos de até 90 %, dependendo do clima, espécie de cigarrinha e tipo e manejo do pasto (MENDONÇA, 2005). Esses insetos, particularmente na fase adulta, ao sugarem a seiva da gramínea, injetam uma toxina que interfere na síntese da clorofila (HEWITT, 1988). Em decorrência, ocorre o amarelecimento das folhas, restrição no crescimento da planta, decréscimo na produção de forragem e, em função disso, redução da capacidade de suporte do campo (HEWITT, 1985; HEWITT, 1988).

A ocorrência cada vez mais generalizada e intensa de ataques das cigarrinhas nas pastagens brasileiras, nativas ou cultivadas, vem refletindo de maneira relevante na produtividade do rebanho. De acordo com Nilakhe (1982), as cigarrinhas constituem um dos fatores mais limitantes na produção de carne e leite no Brasil. O controle dessa praga encontra no Brasil as mesmas dificuldades dos outros países neotropicais, que sofrem com o ataque desse inseto: as enormes extensões de capins afetados, o tipo acidentado de grande parte dos terrenos com capins espontâneos, os perigos de intoxicação do gado e de outros animais domésticos ou silvestres quando se usam inseticidas e o curto efeito residual dos produtos tóxicos, tudo isso se transforma em um problema difícil de resolver, especialmente quando se trata de pastos para gado livre (COSTA et al., 1983).

No Brasil Central, a monocultura de pastagens introduzidas tem resultado no aumento populacional desses hemípteros (HEWITT, 1988; COSENZA et al., 1989), cujos prejuízos não se limitam apenas às pastagens, estendendo-se às culturas do arroz, cana-de-açúcar e milho (SANTOS et al., 1982; NILAKHE, 1985). Áreas significativas, ocupadas com arroz e milho, principalmente em Mato Grosso do Sul, Goiás, Minas Gerais e, mais recentemente, Mato Grosso, têm sido infestadas por essas pragas. De modo geral, as cigarrinhas são oriundas de áreas cultivadas com *Brachiaria* spp. (NILAKHE, 1985), que se constituem no principal substrato para sua alimentação, quando comparadas com outras espécies de gramíneas utilizadas, por exemplo forrageiras (HEWITT, 1985; COSENZA et al., 1989).

No estado do Mato Grosso, três espécies de cigarrinhas-das-pastagens foram constatadas: *Deois flavopicta* (Stal, 1854), *Mahanarva fimbriolata* (Stal, 1854) e *Zulia entreriana* (Berg, 1879), sendo a primeira, a de maior ocorrência em todos os municípios. Os percentuais dessa espécie em relação aos totais amostrados em cada município chegaram a 87%, 81%, 72%, 72% e 51% nos municípios de Barra do Bugres, Colíder, Alta Floresta, São José do Rio Claro e Juara, respectivamente. A segunda espécie mais representativa foi a *M. fimbriolata*, também presente nos cinco municípios, chegando a 37% do total amostrado em Juara. *Z. entreriana* ocorreu apenas em Juara, correspondendo a 12% do total amostrado no município (BERNARDO et al., 2003).

A ocorrência das cigarrinhas coincide com a estação chuvosa do ano (VALÉRIO; KOLLER, 1992), que para este trabalho corresponde ao período de setembro a abril, conforme dados meteorológicos.

lógicos regionais, confirmados por registros da Secretaria Municipal de Agricultura em anos anteriores (dados não publicados). O controle biológico das cigarrinhas, em especial do gênero *Mahanarva*, por meio do fungo entomopatogênico *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. em cana-de-açúcar tem eficiência indiscutível, pois o próprio canavial cria um microclima favorável, com temperatura, luminosidade e umidade compatíveis com a multiplicação do fungo. No entanto, para o ambiente de pastagens, além do porte diferente, tem-se uma diversidade de manejo, que em muitos casos torna a sobrevivência dos conídios impossível, uma vez que ficam expostos a altas temperaturas e à intensa luminosidade; ademais, fatores ambientais afetam o ciclo de relações fungo-hospedeiro (ALVES et al., 1998), comprometendo a eficiência do controle da praga em decorrência do baixo índice de conídios viáveis que venham parasitar o inseto.

Inseticidas químicos são normalmente empregados para o combate das cigarrinhas, porém não são eficientes devido à localização das ninfas desses insetos no solo (LEITE et al., 2002). Entre os agentes de controle microbiano, destacam-se os fungos, que são responsáveis por aproximadamente 80% das doenças ocorridas em insetos e por apresentarem vantagens em relação aos demais, como variabilidade genética, infecção em diferentes estágios do desenvolvimento do hospedeiro, penetração via tegumento e propágulos de alta capacidade de disseminação (ALVES, 1998).

Compostos químicos são comumente utilizados no controle da *M. fimbriolata*; no entanto, na década de 60, na região Nordeste, o desenvolvimento de um programa de controle biológico da *Mahanarva posticata* (Stal, 1855) (Hemiptera: Cercopidae) com a utilização do entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin (Hypocreales: Clavicipitaceae) mostrou-se eficiente, economicamente viável e ecologicamente sustentável (MENDONÇA, 2005).

O controle biológico consiste na introdução de espécies predadoras ou parasitas benéficos em sistemas de cultivo nos quais estavam anteriormente ausentes ou presentes apenas em níveis populacionais baixos (TIAGO et al., 2014). O fungo entomopatogênico *Metarhizium anisopliae* tem sido utilizado no controle biológico de cigarrinhas que atacam pastagens e cana-de-açúcar, sendo esse um dos programas mais antigos, no qual foram realizados estudos de coleta e seleção de isolados com diferentes graus de virulência, especificidade para cada praga visada e adaptação a condições ambientais diversas. O uso desse fungo tem demonstrado eficiência que variou de 30 a 80% no controle das cigarrinhas da cana-de-açúcar e de 10 a 60% no controle das cigarrinhas das pastagens (ALVES, 1998).

Considerando que o município de Alta Floresta apresenta o 4º maior rebanho do estado e que toda a região norte do Mato Grosso apresenta sua economia baseada na pecuária, esse problema pode trazer danos econômicos para a região e conseqüentemente para todo o estado. Segundo o anuário SEPLAN-MT (2006), somente os municípios de Juara, Alta Floresta e Juína possuem 2.233.003 cabeças de bovinos, correspondendo a mais de 32% do rebanho do Mato Grosso e, para os agricultores familiares, a apropriação de novas tecnologias deve ser feita obedecendo à sua realidade, ou seja, partindo de sua percepção quanto à utilidade, compatibilidade com os padrões locais de agricultura e perspectivas de acréscimo de renda, entre outros fatores (BUNCH, 1982). O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de *Metarhizium anisopliae* e inseticidas no controle de cigarrinha das pastagens, *M. fimbriolata* e *Deois flavopicta*, com diferentes composições e dosagens.

Material e métodos

O experimento foi conduzido na Fazenda Alegria, localizada no município de Alta Floresta, MT, extremo norte do estado. A área experimental está situada na posição geográfica 9º87'57" latitude

sul, 56°81'6" longitude oeste e a uma altitude de 284 metros. O clima, segundo classificação de Köppen, é do tipo CWa, isto é, tropical chuvoso, com inverno seco e verão quente e chuvoso. A precipitação pluviométrica anual é de 2.750 mm, com período de maior ocorrência de chuvas entre novembro e abril. A temperatura média anual é de 26 °C. O solo característico da região é o Latossolo Vermelho Amarelo.

O trabalho foi conduzido em condições de campo, em uma área de *Brachiaria brizantha* de 10 anos, mantida sob o sistema de pastejo contínuo, com histórico de altas infestações e danos causados pelas cigarrinhas-das-pastagens; as espécies de cigarrinhas-das-pastagens encontradas na área foram a *Mahanarva fimbriolata* e *Deois flavopicta*. A altura das plantas, desde o início do teste, foi mantida entre 25 e 35 cm por meio de pastejo contínuo.

O delineamento experimental foi conduzido em blocos ao acaso (DBC), envolvendo doze tratamentos e quatro repetições, totalizando 48 parcelas. O ensaio ocupou uma área total (inclusive os corredores) de 2.496 m², tendo cada unidade experimental 30 m² (6 m x 5 m) e a área útil de cada parcela foi de 20 m². O experimento foi conduzido durante o mês de março de 2003, período chuvoso na região.

Os fatores avaliados foram: uso do fungo entomopatogênico *M. anisopliae* e dos inseticidas Fipronil, Clorpirifós e Carbaril (concentração de 480 SC), sendo avaliada a eficiência desses isoladamente e de forma associada. A cepa do *M. Anisopliae* utilizado no experimento foi proveniente da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária – IPA, com uma viabilidade de aproximadamente 96 % e apresentando uma média de 5×10^8 conídios por grama de fungo.

Os tratamentos utilizados foram: T1 - Testemunha (aplicação de H₂O); T2 - Fipronil (Fenilpirazóis), em dose de 20 mL ha⁻¹; T3 - Clorpirifós (Organofosforado não sistêmico), em dose de 1,0 L ha⁻¹; T4 - Carbaril (Carbamato), em dose de 2,0 L ha⁻¹; T5 - *M. anisopliae* (600 g ha⁻¹); T6 - *M. anisopliae* (900 g ha⁻¹); T7 - *M. anisopliae* (1.200 g ha⁻¹); T8 - Fipronil (15 mL ha⁻¹) + *M. anisopliae* (900 g ha⁻¹). T9 - Fipronil (10 mL ha⁻¹) + *M. anisopliae* (900 g ha⁻¹); T10 - Clorpirifós (500 mL ha⁻¹) + *M. anisopliae* (900 g ha⁻¹); T11 - Carbaril (1,5 L ha⁻¹) + *M. anisopliae* (900 g ha⁻¹) e T12 - Carbaril (1,0 L ha⁻¹) + *M. anisopliae* (900 g ha⁻¹).

A metodologia empregada na contagem dos insetos e das massas de espumas foi a utilizada por Valério (2005), que consiste na determinação dos níveis de infestação na área. O levantamento populacional das ninfas foi feito pela contagem do número de ninfas por espuma, na base do colmo (nível do solo), utilizando um quadrado de 25 x 25 cm. Esse quadrado foi arremessado ao acaso, dentro de cada bloco, para definir um ponto de amostragem, totalizando 5 lançamentos, ou seja, 5 pontos de amostragem para cada bloco. A trajetória dentro da área foi feita em zig-zag (EMBRAPA/CNPGC, 1985).

A amostragem do número de adultos de cigarrinhas foi feita empregando-se uma rede de varredura. Dentro de cada bloco, foram escolhidos 3 pontos ao acaso, nos quais foram feitos 5 lances para cada ponto. As cigarrinhas capturadas pela rede, ao final das 5 redadas, eram transferidas para um saco plástico e posteriormente separadas as espécies. A trajetória também seguiu o padrão em zig-zag.

Os dados obtidos com o experimento foram analisados de maneira individual para as duas espécies (*M. fimbriolata* e *D. flavopicta*) e massas de espuma. Os dados obtidos foram tabulados e submetidos à análise de variância e os índices de infestação da área pelas cigarrinhas-das-pastagens foram comparados pelo teste de Scott Knott, a 1% de probabilidade, utilizando o software SISVAR versão 5.0 (FERREIRA, 2008).

Resultados e discussão

Controle de *Mahanarva fimbriolata*

Em uma análise geral dos tratamentos objetivando o controle da espécie *M. fimbriolata*, houve resultados significativos para os tratamentos constituídos pela associação entre os inseticidas e o *M. anisopliae*. A Tabela 1 mostra a redução do número médio de indivíduos adultos no decorrer das avaliações para cada tratamento.

Comparando entre si os dados para cada tratamento e analisando sua eficiência sobre a espécie de cigarrinha *M. fimbriolata*, nas condições da área onde foi realizado o trabalho, pôde-se observar que o tratamento aplicado com a mistura entre o inseticida Carbaril (1,5 L ha⁻¹) + *M. anisopliae* (900 g ha⁻¹), seguido pelo tratamento com a mistura de Fipronil (15 mL ha⁻¹) + *M. anisopliae* (900 g ha⁻¹), apresentou um efeito considerável na redução do número de indivíduos na área, no decorrer das leituras realizadas.

A aplicação feita exclusivamente com o fungo *M. anisopliae* na dose de 1.200 g ha⁻¹, também demonstrou ser eficiente no controle das cigarrinhas-das-pastagens, pois proporcionou uma diminuição no número de indivíduos e manteve-se estável até o final das avaliações. Batista Filho et al. (2001) em ensaio de campo, com aplicações de aproximadamente $2,0 \times 10^{12}$ esporos do fungo *M. anisopliae* por hectare, nos meses de novembro, dezembro e janeiro, mantiveram a população de ninfas abaixo do limiar de dano. No mesmo teste, o número de cigarrinhas na testemunha chegou a 14,5 ninfas por metro linear.

Tabela 1. Porcentagem de incidência de adultos de *M. fimbriolata* em resposta aos tratamentos químico e biológico em condições de campo. Alta Floresta – MT.

TRATAMENTOS	1 ^a Avaliação	2 ^a Avaliação	3 ^a Avaliação	4 ^a Avaliação	5 ^a Avaliação
Testemunha	6,00 aA	5,25 aA	4,50 aA	4,75 aA	4,00 aA
Fipronil (20mL ha-1)	4,25 aA	2,00 bB	1,25 bC	1,75 bC	3,00 aB
Clorpirifós (10 L ha-1)	2,50 bB	1,00 bC	2,75 aB	3,00 aB	4,25 aA
Carbaryl (2,0 L ha-1)	4,25 aA	2,50 bB	3,00 aB	3,50 aB	3,75 aB
<i>M. anisopliae</i> (600 g ha-1)	3,50 bA	2,25 bA	2,75 aA	2,25 bA	2,75 aA
<i>M. anisopliae</i> (900 g ha-1)	4,00 aA	2,00 bB	1,75 aC	1,25 bC	3,00 aB
<i>M. anisopliae</i> (1.200 g ha-1)	4,25 aA	2,75 bB	2,50 bB	1,00 bC	1,00 cB
Fipronil (15 mL ha-1) + <i>M. anisopliae</i> (900 g ha-1)	1,50 bA	0,50 bB	1,25 aA	0,25 bB	0,00 bB
Fipronil (10 mL ha-1) + <i>M. anisopliae</i> (900 g ha-1)	2,75 bA	1,50 bB	1,50 aB	0,50 bB	0,25 bB
Clorpirifós (0,5 L ha-1) + <i>M. anisopliae</i> (900 g ha-1)	1,50 bA	0,50 bB	1,50 aA	0,00 bB	0,25 bB
Carbaryl (1,5 L ha-1) + <i>M. anisopliae</i> (900 g ha-1)	3,50 bA	0,00 bC	1,50 aB	0,75 bC	0,00 bC
Carbaryl (1,0 L ha-1) + <i>M. anisopliae</i> (900 g ha-1)	3,50 bA	2,00 bB	3,25 bA	1,75 bB	1,50 bB
C. V. (%)	29,54	28,24	16,50	17,54	14,77

Médias seguidas por letras distintas, sendo minúsculas para colunas e maiúsculas para linhas, diferem entre si pelo Teste de Scott Knott a 1% de probabilidade.

Fonte: Elaboração dos autores.

O tratamento que utilizou o inseticida Fipronil (10 mL ha⁻¹) e o fungo *M. anisopliae* (900 g ha⁻¹) também atuou com eficiência no controle das cigarrinhas *M. fimbriolata*, pois na primeira avaliação, ainda sem que houvesse influência dos tratamentos na área, a média do número de indivíduos era de 2,75 e, ao final das avaliações, esse número caiu para 0,25.

Os tratamentos nos quais foram aplicados exclusivamente inseticidas reduziram o percentual de indivíduos na primeira semana após a aplicação dos tratamentos em campo; porém, nas semanas seguintes, houve um aumento da população de cigarrinhas, que pode ser justificado quando se considera que o efeito residual dos defensivos químicos não é prolongado, o que leva à necessidade de novas aplicações em períodos menores de tempo, em especial para o tratamento no qual se aplicou o inseticida Clorpirifós com 10 L ha⁻¹.

A susceptibilidade dos entomopatógenos aos produtos fitossanitários pode variar de acordo com o grupo de patógeno, natureza química dos defensivos e as dosagens empregadas. Assim, existem produtos que são letais para alguns patógenos, outros que possuem apenas efeito fungistático e outro grupo que, em doses normais e/ou subletais, pode até melhorar o crescimento, reprodução e virulência dos patógenos. Dessa maneira, torna-se muito importante o conhecimento da ação desses químicos sobre as diversas fases de desenvolvimento dos entomopatógenos. Essa é uma estratégia simples e econômica de proteção aos patógenos para preservá-los em nível de campo. Portanto, a utilização correta dos defensivos seletivos tende a preservar os microrganismos, maximizando seus efeitos nos diferentes agroecossistemas.

Um exemplo prático da utilização correta de defensivos é o que vem sendo feito com a cigarrinha-das-pastagens dos gêneros *Deois* e *Zulia* no Brasil. A indicação de produtos químicos é baseada na suscetibilidade do inseto ao inseticida e na seletividade desse inseticida ao fungo *M. anisopliae*, principal inimigo natural dessas cigarrinhas (ALVES, 1997). Resultados semelhantes ao controle de cigarrinha *M. fimbriolata* nas pastagens foram obtidos para a cultura da cana-de-açúcar, sendo que a diferença da eficiência entre isolados de *M. anisopliae* foi proveniente de diferentes hospedeiros e região do trabalho (ALMEIDA et al., 2003). Kassab et al. (2012) demonstraram a eficiência do fungo *M. anisopliae* no controle de ninfas da cigarrinha-da-raiz da cana-de-açúcar, em condições de campo, ressaltando que o sucesso da utilização dos entomopatógenos é altamente dependente de condições ambientais favoráveis, associada ao monitoramento do inseto durante os meses em que a praga ocorre.

Segundo Moino Jr. e Alves (1998), o controle associado, utilizando produtos fitossanitários seletivos em conjunto com a aplicação de entomopatógenos, pode contribuir para o manejo de uma determinada praga. A ação de produtos fitossanitários sobre os entomopatógenos pode variar em função da espécie e linhagem do patógeno, da natureza química dos produtos e das dosagens utilizadas. Esses produtos podem atuar inibindo o crescimento vegetativo, a conidiogênese e a esporulação dos microrganismos e até mesmo causando mutações genéticas nesses entomopatógenos, as quais podem causar a diminuição da virulência determinada em praga (ALVES et al, 1998). Quando considerada a estratégia do controle associado, deve-se atentar para os possíveis efeitos fungitóxicos dos produtos fitossanitários a serem utilizados. De acordo com esses mesmos autores, importantes culturas produzidas no Brasil têm provocado desequilíbrio biológico causado pelo uso indiscriminado de produtos fitossanitários, provavelmente, o principal fator que contribui para o aumento da população de pragas e a redução da produtividade, além dos efeitos indesejáveis causados por esses produtos sobre o ambiente, o homem e os animais de forma geral.

Com isso há necessidade de que se utilizem produtos seletivos que não afetem o equilíbrio entre as pragas e seus predadores, parasitos e patógenos, responsáveis por boa parte do controle

biológico natural, que mantêm as pragas em níveis populacionais aceitáveis. Alguns agrotóxicos são altamente seletivos aos entomopatógenos e, muitas vezes, podem, quando associados ou não a esses microrganismos, melhorar seu efeito.

Controle de *Deois flavopicta*

De acordo com dados obtidos em análises estatísticas, para esta espécie (Tabela 2), os tratamentos, de uma forma geral, demonstraram um potencial de controle para as cigarrinhas-das-pastagens na área trabalhada. Cigarrinhas adultas da espécie *D. flavopicta* foram bem mais abundantes na área amostral.

Onde se aplicou apenas o fungo *M. anisopliae* (1.200 g ha⁻¹), em uma primeira avaliação, foram registradas médias de 10,00 indivíduos por área amostral, com um decréscimo constante para esse valor, e ao final das avaliações, a média de indivíduos chegou a 3,50.

O tratamento com o fungo *M. anisopliae* na dosagem de 900 g ha⁻¹ atuou com eficiência no controle das cigarrinhas, pois, de acordo com a Tabela 2, a média do número de indivíduos na área estava em 14,00 e caiu para 4,75 ao final das avaliações. Na sequência, os tratamentos em que se trabalhou com a mistura entre os inseticidas e o fungo *M. anisopliae*, ou seja, onde se propôs um controle associado, o resultado foi bastante satisfatório.

Tabela 2. Porcentagem de incidência de *D. flavopicta* em resposta aos tratamentos químico e biológico em condições de campo. Alta Floresta – MT.

TRATAMENTOS	1 ^a Avaliação	2 ^a Avaliação	3 ^a Avaliação	4 ^a Avaliação	5 ^a Avaliação
Testemunha	12,75 aA	12,50 aA	13,50 aA	10,25 aA	9,75 aB
Fipronil (20mL ha-1)	12,50 aA	9,00 bB	10,00 bA	8,00 aB	10,50 aA
Clorpirifós (10 L ha-1)	13,75 aA	1,00 dD	7,00 cC	8,75 aB	8,75 aB
Carbaryl (2,0 L ha-1)	14,75 aA	5,00 cC	7,00 cB	5,75 bB	4,75 bC
<i>M. anisopliae</i> (600 g ha-1)	9,00 bA	6,00 cB	7,25 cB	5,25 bC	4,50 bC
<i>M. anisopliae</i> (900 g ha-1)	14,00 aA	6,75 cB	6,00 cB	5,25 bC	4,75 bC
<i>M. anisopliae</i> (1.200 g ha-1)	10,00 aA	8,00 bB	6,00 cC	5,75 bC	3,50 bD
Fipronil (15 mL ha-1) + <i>M. anisopliae</i> (900 g ha-1)	9,50 bA	4,00 cB	4,50 dB	4,25 bB	3,50 bB
Fipronil (10 mL ha-1) + <i>M. anisopliae</i> (900 g ha-1)	11,50 aA	6,25 cB	4,75 dC	5,75 bB	4,75 bC
Clorpirifós (0,5 L ha-1) + <i>M. anisopliae</i> (900 g ha-1)	12,25 aA	1,50 dB	4,75 dB	4,25 bB	5,00 bB
Carbaryl (1,5 L ha-1) + <i>M. anisopliae</i> (900 g ha-1)	8,25 bA	5,25 cB	4,75 dB	4,00 bB	3,00 bB
Carbaryl (1,0 L ha-1) + <i>M. anisopliae</i> (900 g ha-1)	12,50 aA	5,75 cB	11,25 bA	9,00 aA	5,75 bB
C. V. (%)	8,53	16,90	13,86	14,56	17,52

Médias seguidas por letras distintas, sendo minúsculas para colunas e maiúsculas para linhas, diferem entre si pelo Teste de Scott Knott a 1% de probabilidade.

Fonte: Elaboração dos autores

O tratamento com o inseticida Fipronil (15 mL ha⁻¹), somado a *M. anisopliae* (900 g ha⁻¹), resultou em uma diminuição constante no número médio de indivíduos. Em uma primeira avaliação, a média era de 9,50 indivíduos por área amostrada e, ao final das leituras, essa média era

de 3,50, sem que houvesse flutuação para essas médias, ou seja, o decréscimo foi constante, conforme Tabela 2.

Os tratamentos que se devem destacar são o da mistura entre o inseticida Clorpirifós ($0,5 \text{ L ha}^{-1}$) + *M. anisopliae* (900 g ha^{-1}), pois em uma primeira avaliação, o número médio de indivíduos era bastante alto e, ao final das leituras, esse número foi reduzido consideravelmente e o tratamento entre o inseticida Carbaryl ($1,5 \text{ L ha}^{-1}$) e o fungo *M. anisopliae* (900 g ha^{-1}), que demonstrou a mesma eficiência do anterior. A capacidade estressora de alguns produtos fitossanitários favorece a utilização do controle associado, atuando em mecanismos comportamentais (MOINO JR. et al., 1989).

O controle associado, nas condições em que foi conduzido este trabalho, se mostrou bastante eficiente, pois houve um decréscimo do número médio de indivíduos logo após a aplicação dos tratamentos (notado na segunda avaliação). Esse fato pode ser justificado pela absorção imediata dos inseticidas pelas gramíneas, o que causa uma redução instantânea do número de cigarrinhas adultas na área; a eficiência do fungo vem logo a seguir, quando ele já se estabilizou na área, com um maior controle em longo prazo e mais duradouro, o que difere do defensivo químico, pois o uso exclusivo desse faz com que várias aplicações sejam necessárias para se obter um resultado satisfatório em campo.

Controle de massas de espuma

A análise referente ao número de massas de espuma, presentes na área do experimento, demonstrou que os tratamentos em que foram aplicados apenas o fungo *M. anisopliae* em diferentes concentrações se comportaram de maneira expressiva em relação aos demais tratamentos, com destaque para o tratamento com a dose de 1.200 g ha^{-1} do fungo (Tabela 3).

Para a redução da média do número de massas de espuma, o tratamento em que se aplicou exclusivamente o inseticida Carbaril ($2,0 \text{ L ha}^{-1}$) mostrou-se eficiente na redução e no controle do número de massas na área amostral, pois a média na primeira avaliação era de 2,75 massas de espuma, e ao final das avaliações, essa média decresceu para 0,50.

O tratamento com a mistura entre o inseticida Carbaryl ($1,5 \text{ L ha}^{-1}$) + fungo *M. anisopliae* (900 g ha^{-1}) se mostrou eficiente em todas as avaliações. Os demais tratamentos, em que foram aplicadas as misturas entre inseticidas e o fungo *M. anisopliae*, também demonstraram alguma eficiência sobre as massas de espuma. Uma exceção foi o caso do tratamento com o inseticida Clorpirifós ($0,5 \text{ L ha}^{-1}$) + *M. anisopliae* (900 g ha^{-1}), em que ao final das avaliações, a média do número de massas de espuma era maior do que no início das avaliações, o que pode ser explicado pela influência de fatores externos e pela perda do efeito residual do inseticida.

Tabela 3. Porcentagem de incidência de massas de espuma, formadas por ninfas de cigarrinhas em resposta aos tratamentos químico e biológico em condições de campo. Alta Floresta – MT.

TRATAMENTOS	1 ^a Avaliação	2 ^a Avaliação	3 ^a Avaliação	4 ^a Avaliação	5 ^a Avaliação
Testemunha	3,00 aB	5,75 aA	3,00 aB	2,00 aC	1,50 aC
Fipronil (20mL ha-1)	2,75 aA	2,00 bA	1,25 bA	1,50 aA	1,75 aA
Clorpirifós (10 L ha-1)	2,75 aA	1,75 bA	1,75 bA	1,75 aA	2,50 aA
Carbaryl (2,0 L ha-1)	2,75 aA	1,25 bB	1,25 bB	1,50 Ab	0,50 aC
<i>M. anisopliae</i> (600 g ha-1)	3,25 aA	1,25 bB	0,75 bB	1,50 aA	1,00 aB
<i>M. anisopliae</i> (900 g ha-1)	3,50 aA	2,25 bA	1,75 bB	2,00 aA	1,50 aB
<i>M. anisopliae</i> (1.200 g ha-1)	3,50 aA	2,50 bA	0,75 bB	1,25 aB	1,00 aB
Fipronil (15 mL ha-1) + <i>M. anisopliae</i> (900 g ha-1)	2,00 aA	1,00 bA	1,50 bA	1,50 aA	1,25 aA
Fipronil (10 mL ha-1) + <i>M. anisopliae</i> (900 g ha-1)	2,00 aA	1,50 bA	1,25 bA	1,25 aA	0,75 aA
Clorpirifós (0,5 L ha-1) + <i>M. anisopliae</i> (900 g ha-1)	2,00 aA	3,00 bA	1,50 bA	1,25 aB	2,25 aA
Carbaryl (1,5 L ha-1) + <i>M. anisopliae</i> (900 g ha-1)	3,25 aA	1,50 bA	1,00 bB	0,75 aB	1,00 aB
Carbaryl (1,0 L ha-1) + <i>M. anisopliae</i> (900 g ha-1)	2,75 aA	1,75 bA	3,00 aA	1,75 aA	1,50 aA
C. V. (%)	36,92	22,40	20,89	20,65	21,53

Médias seguidas por letras distintas, sendo minúsculas para colunas e maiúsculas para linhas, diferem entre si pelo Teste de Scott Knott a 1% de probabilidade.

Fonte: Elaboração dos autores

Conforme Alves et al. (1998), o fungo *M. anisopliae* pode ser aplicado na formulação pó mo-lhável, na dosagem mínima de 5×10^{12} conídios ha^{-1} , o que corresponde a aproximadamente 500 g de conídios puros. As aplicações devem ser executadas com o aparecimento da segunda ou terceira gerações de ninfas. As aplicações sobre as gerações mais populosas de ninfas tendem a dar maiores índices de controle. O controle deve, portanto, visar sempre a fase de ninfa, que é a mais suscetível do ciclo biológico do inseto. As aplicações poderão ser executadas com pulverizadores terrestres, gastando de 200 a 300 litros de água ha^{-1} . O tratamento torna-se mais eficiente se for executado em pastagens de 25 a 40 cm de altura, pois se evita a ação indesejável da radiação ultravioleta sobre o fungo. Elevada umidade, seguida de veranicos e temperatura na faixa de 25 a 27 °C, são condições indispensáveis para obtenção de bons resultados no controle.

Estudos conduzidos por Lanza et al. (2004) determinaram que o fungo *Metarhizium anisopliae* persistiu por um período de 60 dias em amostras de solos obtidos do campo. Esse valor é duplicado em condições de temperatura e umidade controladas e em solos esterilizados (GUERRA et al., 2009).

Programas de controle microbiano utilizando fungos entomopatogênicos para combater pragas de artrópodes em solos e ambientes aquáticos têm sido desenvolvidos, principalmente utilizando os gêneros *Metarhizium*, *Beauveria*, *Sporothrix*, *Lecanicillium*, *Nomuraea*, *Hirsutella*, *Aschersonia*, *Isaria*, *Paecilomyces*, e *Entomophthora* (ALVES; LOPES, 2008). Dentro do gênero *Metarhizium* existem espécies que têm uma ampla gama de insetos hospedeiros (BISCHOFF et al., 2009). Para Alves e Lopes (2008), o controle de cigarrinha-das-pastagens por *M. anisopliae* pode apresentar índices entre 10 e 60%, sendo considerados resultados excelentes, dado que na

prática, executa-se apenas uma aplicação do fungo, usando dosagens muito baixas de conídios por hectare (100 a 200 g).

Inseticidas químicos são normalmente empregados para o combate das cigarrinhas, porém não são eficientes devido à localização das ninfas desses insetos no solo (LEITE et al., 2002). O fungo entomopatogênico tem sido utilizado no controle biológico de cigarrinhas que atacam pastagens e cana-de-açúcar, sendo esse um dos programas mais antigos, no qual foram realizados estudos de coleta e seleção de isolados com diferentes graus de virulência, de especificidade para cada praga visada e de adaptação a condições ambientais diversas (TIAGO; SILVA, 2007).

Segundo St. Leger et al. (1988), os fungos entomopatogênicos penetram no hospedeiro via tegumento, o que os coloca em vantagem quando comparados com outros grupos de patógenos que só entram no inseto por via oral. Evidências obtidas por microscopia eletrônica e histoquímica sugerem que a etapa de penetração ocorre por uma combinação de degradação enzimática e pressão mecânica. Para Tiago e Silva (2007), as enzimas proteolíticas ou proteases, além de estarem envolvidas nos processos de formação e germinação dos conídios, têm funções nutricionais importantes, sendo capazes de hidrolisar as cadeias polipeptídicas em cadeias menores, que são absorvidas pelas células. Para Behie et al., (2013), os fungos endófitos patogênicos de insetos, tais como o *Metarhizium*, são capazes de transferir derivados para as raízes das plantas, provavelmente por meio de trocas de açúcares com a planta. Segundo os autores, o *Metarhizium* apresenta uma herança filogenética de simbiose com os hospedeiros, ou seja, o gênero está intimamente relacionado com outros endófitos e também tem evoluído como um controlador biológico generalista de insetos.

Conclusões

De acordo com os resultados obtidos tanto para as cigarrinhas adultas de ambas as espécies quanto para ninfas, pode-se concluir que o uso associado do fungo entomopatogênico *M. anisopliae* e inseticidas constitui uma alternativa de controle eficiente nas condições em que foi realizado o trabalho; o tratamento com inseticida Fipronil (10 mL ha^{-1}), associado ao fungo entomopatogênico *M. anisopliae* (900 g ha^{-1}), mostrou-se eficiente para ambas as espécies em todas as avaliações e o uso exclusivo da associação *M. anisopliae* e inseticidas comportou-se de forma diferenciada quanto a sua eficiência, devendo ser observadas características peculiares para sua indicação como forma de controle.

Efficiency evaluation of biological control associated with chemical control at the management of leafhoppers-of-pastures

Abstract

The necessity to find a method to make possible the usage of the entomopathogenic *Metarhizium anisopliae* fungus, associated with insecticides, in a way that it does not affect its development, and having as a result the weed population reduction, is the aim of this research, which was conducted in Alta Floresta city, in the north of Mato Grosso. The experiment was carried out in randomized block designs (DBC). The attempts were composed by 12 treatments and 4 repetitions, adding up 48 pieces. The methodology used to count the insects and the foam mass was the sweep net to capture the adult leafhoppers and the 0,25 cm square to capture the nymphs. Five readings at

a seven-day interval were performed. The information collected was tabulated and submitted to variance analyses and compared using Duncan's test with 5% probability. The mix of chemical and biological defensives has shown promise of being effective for the control of *Mahanarva fimbriolata* and *Deois flavopicta*. For the foam mass control, it was observed the same tendency. The use of entomopathogenic fungus *M. anisopliae* combined with insecticides is presented as an alternative of efficient control in the conditions this study was carried out; The Fipronil (10 mL ha⁻¹) treatment associated with *Metarhizium anisopliae* was more efficient in all evaluations.

Keywords: *Metarhizium anisopliae*; *Mahanarva fimbriolata*; *Deois flavopicta*; Fipronil

Referências

- ALMEIDA, J. E. M.; ALMEIDA, J. E. M.; BATISTA FILHO, A.; SANTOS, A. S.; LEITE, L. G.; ALVES, S. B. Controle da cigarrinha-da-raiz da cana-de-açúcar, *Mahanarva fimbriolata* (Hem.: Cercopidae), em cana cultivada no sistema orgânico. **STAB. Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcoleiros do Brasil**, Piracicaba, v. 22, n. 2, p. 34-37, 2003.
- ALVES, S. B. Epizootiologia aplicada ao controle microbiano de insetos. In: S. B. Alves (ed.). **Controle Microbiano de Insetos**. São Paulo, SP: Editora FEALQ. 1997.
- ALVES, S. B. Fungos entomopatogênicos. In: ALVES, S.B. **Controle microbiano de insetos**. Piracicaba: FEALQ, 1998. Cap. 11, p. 289-381.
- ALVES, S. B.; LOPES, R. B. **Controle microbiano de pragas na América Latina: avanços e desafios**. Piracicaba: FEALQ, 2008. 414p
- ALVES, S. B.; MOINO Jr., A.; ALMEIDA, J. E. M. Produtos fitossanitários e entomopatógenos. p. 217-238. In: S. B. Alves (ed.), **Controle Microbiano de Insetos**. São Paulo, SP: FEALQ, 1998. 1163p. Cap. 08.
- BATISTA FILHO, A.; ALMEIDA, J. E. M.; SANTOS, A. S., MACHADO, L. A. & ALVES, S. B. Eficiência de isolados de *Metarhizium anisopliae* no controle de cigarrinha-da-raiz da cana-de-açúcar *Mahanarva fimbriolata* (Hom.: Cercopidae). In: **Livro de resumos do Simpósio de Controle Biológico**, p. 223. Poços de Caldas: UFL/ Embrapa, 2001.
- BEHIE, S. W.; PADILLA-GUERRERO, I. E.; BIDOCHKA, M. J. Nutrient transfer to plants by phylogenetically diverse fungi suggests convergent evolutionary strategies in rhizospheric symbionts. **Communicative & Integrative Biology**, v. 6, e22321, 2013. Disponível em: <http://www.landesbioscience.com/journals/cib/2012CIB0104.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2015. DOI: 10.4161/cib.22321
- BERNARDO, E. R. A.; ROCHA, V. F.; PUGA, O.; SILVA, R. A. Espécies de cigarrinhas-das-pastagens (*Hemiptera: Cercopidae*) no meio-norte do Mato Grosso. **Ciência Rural**, v. 33, n. 2, p. 369 – 371, 2003
- BISCHOFF, J. F.; REHNER, S. A., HUMBER, R. A. A multilocus phylogeny of the *Metarhizium anisopliae* lineage. **Mycologia**, v. 101, p. 512-530, 2009.
- BUNCH, R. **Two ears of corn**. North Portland, World Neighbors, 1982. 250p.
- COSENZA, G. W.; ANDRADE, R. P.; GOMES, D. T.; ROCHA, C. M. C. Resistência de gramíneas forrageiras à cigarrinha-das-pastagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 8, p. 961-968, 1989.

COSTA, J. M.; CORREIA, J. S.; SANTOS, Z. F. D'Á. F.; FERRAZ, M. C. V. D. **Pragas das pastagens no Estado da Bahia e meios de controle**. Salvador, Empresa de Pesquisa Agropecuária da Bahia, 1983. 39p. (EPABA. Circular Técnica, 6).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Cigarrinha-das-pastagens**: importância e métodos de controle para a zona da mata de Minas Gerais. EMBRAPA/CNPGL. 1985. 23p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Recife, v. 6, p. 36-41, 2008.

GUERRA, D. M. S.; PIRES, L. A.; LIMA, E. A. Persistence of *Metarhizium anisopliae* spp in soil under different conditions of temperature and humidity. **Revista Caatinga**, v. 22, p.18-22, 2009.

HEWITT, G. B. Grazing management as a means of regulating spittlebug (Homoptera: Cercopidae) numbers in Central Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 23, n. 7, p. 697- 707, 1988.

HEWITT, G. B. Ovipositional preferences of the spittlebug *Zulia entreriana* (Berg, 1879) and *Deois flavopicta* (Stal, 1854) (Homoptera: Cercopidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 14, n. 2, p. 197- 204, 1985.

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

KOLLER, W. W.; HONER, M. R. Desenvolvimento e sobrevivência de ninfas de cigarrinhas-das-pastagens (*Homoptera: Cercopidae*) sobre plantas de *Brachiaria decumbens* com diferentes características morfológicas. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 23, n. 2, p. 163-170, 1994.

LANZA, L. M.; MONTEIRO, A. C.; MALHEIROS, E. B. *Metarhizium anisopliae* population in different soil types and compactness degrees. **Ciência Rural**, v. 34, p. 1757-1762, 2004.

LEITE, L. G., ALVES, S. B., TAKADA, H. M., BATISTA FILHO, A., ROBERTS, D. W. Occurrence of entomophthorales on spittlebugs pests of pasture in eastern São Paulo state, Brazil. **Arquivos Instituto Biológico**, São Paulo, v. 69, n. 3, p. 63-68, 2002.

MACEDO, M. C. M. Recuperação de áreas degradadas: pastagens e cultivos intensivos. In: Congresso Brasileiro de Ciências do Solo, nº. 7, Goiânia, 1993. **Anais...** Goiânia: SBSC, 1993. p.71-72.

MACEDO, M. C. M.; ZIMMER, A. H. Sistema pasto-lavoura e seus efeitos na produtividade agropecuária. In Favoretto, V.; Rodrigues, L. R. A.; Reis, R. A. (eds.). SIMPÓSIO SOBRE ECOSISTEMAS DE PASTAGENS, 2, 1993, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, UNESP, 1993. p.216-245.

MENDONÇA, A. F. Cigarrinha da raiz *Mahanarva fimbriolata* (Hemiptera: Cercopidae) In: **Cigarrinhas da cana-de-açúcar**: Controle Biológico. Maceió: Insecta, 2005. 317p.

MOINO Jr., A.; ALVES, S. B. Efeito de imidacloprid e fipronil sobre *Beauveria bassiana* (Bals.)Vuill. e *Metarhizium anisopliae* (Metsch.)Sorok. e no comportamento de limpeza de *Heterotermes tenuis* (Hagen). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 27, n. 4, p. 611-620, 1998.

MOINO Jr., A.; SAAD, M. C.; ALVES, S. B. Ação tóxica de defensivos utilizados na cultura dos citrus sobre fungos entomopatogênicos. 53p. In: Resumos Congresso de Iniciação Científica da ESALQ, **Anais...** Piracicaba, 7p. 1989.

NILAKHE, S. S. Amostragem de ninfas de cigarrinhas em pastagens de *Brachiaria decumbens* Stapf. **Boletim de Pesquisa**, nº 2. Campo Grande, EMBRAPA-CNPGC, 1982. 67p.

NILAKHE, S. S. Ecological observations on spittlebugs with emphasis on their occurrence in rice. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 20, n. 4, p. 407-414, 1985.

POTTINGER, R. P. The importance of pasture pests in animal production. Proceedings **New Zealand Society Animal Production**. v. 36, p. 12-22, 1976.

SANTOS, J. P.; CRUZ, I.; BOTELHO, W. **Avaliação de dano e controle da cigarrinha-das-pastagens em plantas de milho com diferentes idades**. Circular Técnica, nº 2, Sete Lagoas : EMBRAPA/CNPMS, 1982. 9p.

SEPLAN – Secretaria de Planejamento – **Anuário 2006**. Disponível em: <http://www.seplan.mt.gov.br/indexa-nua2006.htm>. Acesso em: 09 de jun. 2014.

St LEGER, R. J.; DURRANDS, P. K.; COOPER, R. M.; CHARNLEY, A. K. Regulation of production of proteolytic enzymes by the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae*. **Archives of Microbiology**, v. 150, p. 413-416, 1988.

TIAGO, P. V.; OLIVEIRA, N. T.; LUNA-ALVES LIMA, E. A. Biological insect control using *Metarhizium anisopliae*: morphological, molecular, and ecological aspects. **Ciência Rural**, v. 44, p. 645-651, 2014.

TIAGO, P. V.; SILVA, R. J. Atividade proteolítica de isolados de *Metarhizium anisopliae* sobre substratos cuticulares e não cuticulares. **Ciência Rural**, v. 37, n. 1, p. 26-30, 2007.

VALÉRIO, J. R. Insetos-praga em pastagens tropicais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26, n. 226, p. 98-110, 2005.

VALÉRIO, J. R.; KOLLER, W. W. **Proposição para o manejo integrado das cigarrinhas-das-pastagens**. Circular Técnica, nº 52, Campo Grande, EMBRAPA-CNPGC, 1992. 37p.

VALÉRIO, J. R.; LAPOINTE, S. L.; KELEMU, S.; FERNANDES, C. D.; MORALES, F. Pests and diseases of *Brachiaria*. In: MILES, J. W.; MAASS; VALLE, C. B. (Eds.) *The Biology, Agronomy and Improvement of Brachiaria*. **CIAT**, p. 87-105, 1996.

Histórico editorial

Submetido em: 10/11/2014

Aceito em: 30/06/2015