

CENTRO UNIVERSITÁRIO MOURA LACERDA
CURSO DE AGRONOMIA

**Formulação e dose do fungo *Beauveria bassiana*
no controle de *Sphenophorus levis* e efeito em
pragas de solo em cana-de-açúcar**

VICTOR DIAS PAGLIARANI

Ribeirão Preto, SP
2012

CENTRO UNIVERSITÁRIO MOURA LACERDA
CURSO DE AGRONOMIA

**Formulação e dose do fungo *Beauveria bassiana*
no controle de *Sphenophorus levis* e efeito em
pragas de solo em cana-de-açúcar**

VICTOR DIAS PAGLIARANI

Orientador: Prof. Dr. Alexandre de Sene Pinto

Trabalho apresentado ao Centro
Universitário Moura Lacerda,
como exigência para obtenção do
título de Engenheiro Agrônomo.

Ribeirão Preto, SP
2012

Este trabalho aos meus pais e toda a
minha família que sempre estiveram
ao meu lado, sempre me apoiando.
DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha família que sempre me apoiou, sempre me incentivou e deu forças, principalmente meus pais e irmãos.

Meu orientador Alexandre de Sene Pinto, que me aceitou como orientado, me orientou e me motivou em cada instante desse trabalho.

A todos os meus colegas e amigos, que nos auxiliaram na instalação e condução desse ensaio.

Aos amigos Nalde Salvador Neto, Luís Arnaldo de Assis Delfanti e Vitor Sartori Ferreira, pela companhia, Instalação e condução dos ensaios.

À Usina Vista Alegre, da cidade de Itapetininga, por ceder a área para a instalação do experimento.

Aos professores e funcionários do Centro Universitário Moura Lacerda, que estiveram presentes durante todo o curso de Agronomia.

SUMÁRIO

	PÁGINA
RESUMO	v
SUMMARY	vi
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
3 MATERIAL E MÉTODOS	10
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
5 CONCLUSÕES	18
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19

RESUMO

O Brasil, atualmente, é o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo, e a área plantada é crescente devido principalmente à alta demanda de álcool como biocombustível, levando ao aumento da população de muitas das pragas na cultura, como o gorgulho-da-cana, *Sphenophorus levis* (Coleoptera: Curculionidae), praga importante e limitante. Esse trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência do fungo *Beauveria bassiana* no controle de *S. levis* e efeito em pragas de solo em cana-de-açúcar. O ensaio foi conduzido na Usina Vista Alegre, em Itapetininga, SP, em canavial comercial da variedade SP81-3250 (cana-soca), com um mês de desenvolvimento. As doses testadas foram *B. bassiana* formulação WP aplicado com água, no equivalente a 225 e 450 g conídios ha⁻¹, na formulação GR (arroz + conídios), no equivalente a 10 Kg ha⁻¹ e uma testemunha (sem pulverização). O fungo entomopatogênico *B. bassiana* nas formulações GR e WP foram eficazes no controle de larvas do gorgulho-da-cana em campo e a dose da formulação WP de 450 g conídios ha⁻¹ é adequada para o controle de larvas. O fungo não afetou a quantidade de larvas de corós encontradas no solo.

Palavras-chave: controle microbiano, pragas agrícolas, Scarabaeidae, Curculionidae, fungo entomopatogênico.

SUMMARY

Today, Brazil is the world's largest sugarcane producer and the cultivated area is still growing headed by a high alcohol demand as a biofuel, so raising the pest population like the *Sphenophorus levis* (Coleoptera: Curculionidae), which is a very important and limiting pest for the crop. This research had the purpose to estimate the efficiency of fungus *Beauveria bassiana* in the control of *S. levis* and the effect on the other soil pests. The trial was carried out on Itapetininga, State of São Paulo, Brazil, in a commercial crop with the variety SP81-3250 (ratoon cane). The treatments were the doses of WP formulation *B. bassiana* (225 and 450 g of conidia per hectare, GR formulation (10 Kg of conidia + rice per hectare), and the control. The entomopathogenic fungus *B. bassiana* in the GR and WP formulations were effective to control *S. levis* on soil and the dose of 450 g conidia ha⁻¹ was adequate. The *B. bassiana* fungus didn't affected the *coro*'s larva population in the soil.

Keywords: microbial control, crop pests, Scarabaeidae, Curculionidae, entomopathogenic fungus.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil, atualmente, é o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo, sendo que na safra 2010/2011 atingiu 8,1 milhões de hectares plantados e 624,5 milhões de toneladas produzidas (produtividade média de 77,7 t ha⁻¹) (UDOP, 2011).

A área plantada com cana-de-açúcar no Brasil é crescente devido principalmente à alta demanda de álcool como biocombustível, levando ao aumento da população de muitas das pragas na cultura, como o gorgulho da cana, *Sphenophorus levis* Vaurie (Coleoptera: Curculionidae), praga importante e limitante da cultura (DINARDO-MIRANDA et al., 2006).

O dano principal é causado pelas larvas na base das plantas, devido à construção de galerias à medida que se desenvolvem, causando a morte das touceiras. As fêmeas ovipositam na base das brotações ou ao nível do solo, após perfurarem a casca do colmo com as mandíbulas. O adulto tem hábito noturno, apresenta pouca agilidade e simula-se de morto quando atacado (tanatose). O inseto tem preferência por solos claros, argilosos e com boa umidade (PINTO; GARCIA; OLIVEIRA, 2006).

Em alguns locais do Estado de São Paulo, 50 a 60% de perfilhos foram atacados, ocasionando perdas de 20 a 30 toneladas de cana-de-açúcar ha/ano (DEGASPARI et al., 1987).

Diversas pesquisas têm sido desenvolvidas na tentativa de controlar a praga no campo. O uso de nematoides (LEITE et al., 2005; LEITE et al., 2006; ERENO, 2007; TAVARES et al., 2007; TAVARES et al., 2009), fungos

entomopatogênicos (BADILLA; ALVES, 1991) e bactérias, como *Bacillus thuringiensis* Berliner, no controle das larvas desse inseto, têm sido empregados como alternativas de manejo (ABREU, 2006).

Apesar de os fungos terem sido descobertos como patógenos de insetos há cerca de 2.000 anos, sua importância na patologia e controle microbiano de insetos só ocorreu a partir de 1834 com a atuação de Agostino Bassi, considerado o “Pai da Patologia”, quando demonstrou a patogenicidade de *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Hypocreales: Cordycipitaceae) para o bicho-da-seda (ALVES, 1986).

No entanto, até o momento a maneira mais usada para monitorar e controlar adultos de *S. levis* tem sido o emprego de iscas confeccionadas a partir de toletes de cana impregnados com o inseticida carbaril 85WP (12,5 g p.c. L⁻¹) (ALMEIDA, 2005; MACEDO; GARCIA; BOTELHO, 2006). Outro método muito usado no manejo de *S. levis* é a destruição mecânica das soqueiras no período de plantio (momento da reforma do canavial), procurando-se expor ao máximo as larvas aos seus predadores e ao secamento dos rizomas. Recomenda-se também eliminar o mato infestante que pode servir de alimento para larvas (PRECETTI; ARRIGONI, 1990).

Visto a falta de informações sobre a eficácia de fungos no controle da referida praga, este trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência do fungo entomopatogênico *B. bassiana*, aplicado em diferentes formulações e doses, no controle do *S. levis*, na cultura da cana-de-açúcar.

2 REVISÃO DE LITERATURA

O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo, sendo que na safra 2010/2011 atingiu 8,1 milhões de hectares plantados e 624,5 milhões de toneladas produzidas (produtividade média de 77,7 t ha⁻¹) (UDOP, 2011). A broca-da-cana-de-açúcar, *Diatraea saccharalis* (Fabr.) (Lepidoptera: Crambidae), e a cigarrinha-das-raízes, *Mahanarva fimbriolata* Stål (Hemiptera: Cercopidae), são as principais pragas dos canaviais do país (PINTO; BOTELHO; OLIVEIRA, 2009). Essas duas pragas são responsáveis por mais de 40% de perdas na produção de cana-de-açúcar, quando presentes e não controladas (PINTO; GARCIA; OLIVEIRA, 2006).

Outros insetos considerados pragas importantes, regionais ou esporádicas, que quando ocorrem causam prejuízos, são o gorgulho-da-cana-de-açúcar, *Sphenophorus levis*, os cupins, especialmente *Heterotermes tenuis* (Hagen) (Isoptera: Rhinotermitidae), as formigas cortadeiras saúvas (*Atta* spp.) e quenquéns (*Acromyrmex* spp.) (Hymenoptera: Formicidae), o migdolus, *Migdolus fryanus* (Westwood) (Coleoptera: Cerambycidae), a broca-gigante, *Telchin licus* (Drury) (Lepidoptera: Castniidae), e a cigarrinha-das-folhas, *Mahanarva posticata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae), sendo que essa última não causa prejuízos no Estado de São Paulo (PINTO; GARCIA; OLIVEIRA, 2006; PINTO; BOTELHO; OLIVEIRA, 2009).

Pragas secundárias podem ocorrer e causar problemas, como outro gorgulho, o besouro-rajado, *Metamasius hemipterus* (L.) (Coleoptera: Curculionidae), os corós, pão-de-galinha ou bicho-bolo (Coleoptera: Scarabaeidae), que são besouros de várias espécies, a lagarta-elasma,

Elasmopalpus lignosellus (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae), a broca-peluda ou iponeuma, *Hyponeuma taltula* (Schaus) (Lepidoptera: Noctuidae), e as lagartas desfolhadoras de várias espécies, como *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) e *Mocis latipes* (Guenée) (Lepidoptera: Noctuidae) (PINTO; GARCIA; OLIVEIRA, 2006; PINTO; BOTELHO; OLIVEIRA, 2009).

Os besouros de solo migdolus, gorgulhos-da-cana e corós e os cupins se alimentam e destroem a base das touceiras e o sistema radicular da planta de cana-de-açúcar, podendo causar morte das plantas e elevados prejuízos econômicos. Os cupins subterrâneos atacam os toletes sementes, danificando as gemas, causando falhas na germinação. Atacam, também, a cana no início do crescimento e do perfilhamento, causando injúrias e redução no “stand”, e após o corte, quando as soqueiras ficam vulneráveis. Os danos chegam a 10 toneladas por hectare por ano. Em geral, o ataque é maior em solos arenosos (MACEDO; GARCIA; BOTELHO, 2006; PINTO; BOTELHO; OLIVEIRA, 2009).

As larvas de besouros podem ser confundidas entre si, mas são muito diferentes dos cupins. As larvas de migdolus são de coloração branco-leitosa e chegam a medir 6 cm de comprimento, quando bem desenvolvidas (Figura 1A). As larvas dos gorgulhos são também branco-leitosas a amareladas. As larvas de *S. levis* e *M. hemipterus* podem ser diferenciadas entre si, pois a primeira apresenta várias manchas castanho-escuras no segmento anterior à cabeça (protórax), e o abdome, apesar de protuberante (Figura 1B), é menos do que em *M. hemipterus* (Figura 1C). Além disso, essas larvas antes de puparem formam casulos bem distintos, sendo bem definido, rígido e com fibras longas entrelaçadas para *M. hemipterus* e mais simples e feita com serragem fina para *S. levis*. São várias as espécies de corós, com formato de corpo diferente dos demais besouros (Figura 1D) (PINTO, 2009; PINTO; BOTELHO; OLIVEIRA, 2009; PINTO; LOPES; LIMA, 2013).

Os adultos dos besouros, que aparecem na superfície do solo para a cópula nos meses mais quentes, são bem distintos. Os adultos de migdolus apresentam um dimorfismo sexual (diferença entre os sexos) muito pronunciado, sendo que os machos, menores, apresentam as antenas e as

asas membranosas (internas) bem desenvolvidas e as fêmeas, maiores, antenas distintas e menores e não voam (Figura 2A). Os adultos dos gorgulhos apresentam um “bico” (rosto) característico, típico da família Curculionidae, e as duas espécies são de coloração diferente, sendo *M. hemipterus* mais clara e com listras escuras (Figura 2C) e *S. levis* escura sem listras ou com elas mais discretas (Figura 2B). E os adultos dos corós são de diferentes tamanhos e coloração, mas em geral escuros (Figura 2D) (MACEDO; GARCIA; BOTELHO, 2006; PINTO; GARCIA; OLIVEIRA, 2006; PINTO; BOTELHO; OLIVEIRA, 2009; PINTO; LOPES; LIMA, 2013).

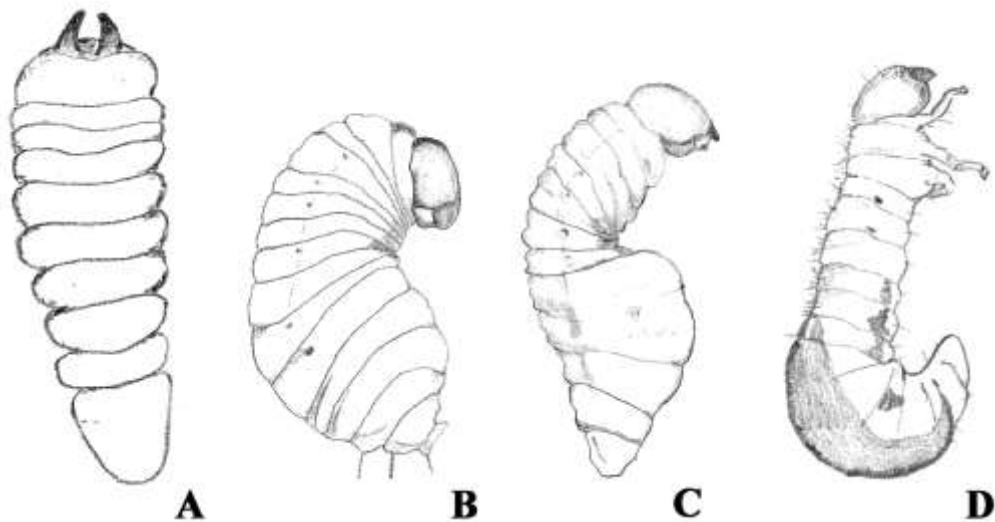


Figura 1. Larvas de besouros de solo. A. Migdolus; B. Gorgulho-da-cana, *Sphenophorus levis*; C. Besouro-rajado, *Metamasius hemipterus*; D. Coró (PINTO; LOPES; LIMA, 2013).

O gênero *Sphenophorus* ocorre em diversos continentes, abrangendo uma gama de espécies que se alimentam de gramíneas. Acredita-se que a origem desse gênero seja a América do Norte, onde 75 espécies ocorrem. Na América do Sul existem 18 espécies registradas, sendo 14 no Brasil, 6 na África do Norte, Europa e Ásia, e 26 em outras regiões da África e do pacífico (CSIK, 1936 apud VAURIE, 1978). *S. levis* está restrito a América do Sul, incluindo Brasil, Argentina e Paraguai (VAURIE, 1978). No Brasil, este inseto foi

constatado inicialmente no ano de 1977, tendo sido descrita como espécie nova em 1978 (VAURIE, 1978).



Figura 2. Adultos de besouros de solo. A. *Migdolus*; B. Gorgulho-da-cana, *Sphenophorus levis*; C. Besouro-rajado, *Metamasius hemipterus*; D. Coró, *Stenocrates laborator* (F.) (PINTO; BOTELHO; OLIVEIRA, 2009).

A expansão da cultura canvieira favorecerá o aumento de muitas pragas na cultura, assim como o bicudo da cana *S. levis*, praga importante e limitante da cultura, sendo necessário estabelecer métodos de controle mais eficazes e menos poluentes (POLANCZYK et al., 2004; PINTO, 2008).

O gorgulho-da-cana-de-açúcar é uma das principais pragas da cana-de-açúcar no estado de São Paulo (GALLO et al., 2002). Em 1990 foi mencionada sua ocorrência na região de Piracicaba, sendo considerada praga primária por causar a morte de 50 a 60% dos perfilhos ainda na fase de cana-planta, com cinco a sete meses de crescimento (PRECETTI; ARRIGONI, 1990).

Nos últimos anos, esse inseto foi encontrado em dezenas de municípios do Estado de São Paulo e até em Minas Gerais (PARRA;

BOTELHO; PINTO, 2010). Este fato se deve principalmente ao descuido no transporte de mudas infestadas de uma região para outra, já que o inseto possui baixa taxa de dispersão, da ordem de 6,6 a 11,1 metros por mês (DEGASPARI et al., 1987).

O dano principal é causado pelas larvas na base das plantas, devido à construção de galerias à medida que se desenvolvem, causando a morte das touceiras. As fêmeas ovipositam na base das brotações ou ao nível do solo, após perfurarem a casca do colmo com as mandíbulas. O adulto tem hábito noturno, apresenta pouca agilidade e simula-se de morto quando atacado (tanatose). O inseto tem preferência por solos claros, argilosos e com boa umidade (PRECETTI; ARRIGONI, 1990; PINTO; GARCIA; OLIVEIRA, 2006).

Diversas pesquisas têm sido desenvolvidas na tentativa de controlar a praga no campo. O uso de nematoides (LEITE et al., 2005; LEITE et al., 2006; ERENO, 2007; TAVARES et al., 2007; TAVARES et al., 2009), fungos entomopatogênicos (BADILLA; ALVES, 1991) e bactérias, como *Bacillus thuringiensis* Berliner (ABREU, 2006), no controle das larvas desse inseto, têm sido empregados como alternativas de manejo (PINTO; BOTELHO; OLIVEIRA, 2009; PARRA; BOTELHO; PINTO, 2010).

O método de controle mais utilizado no manejo de *S. levis* é a destruição mecânica das soqueiras no período de plantio (momento da reforma do canavial), procurando-se expor ao máximo as larvas aos seus predadores e ao secamento dos rizomas (PINTO; GARCIA; OLIVEIRA, 2006). Recomenda-se também eliminar o mato infestante que pode servir de hospedeiro para larvas (PRECETTI; ARRIGONI, 1990). Esta prática apresenta resultados satisfatórios somente no primeiro corte, pois muitas larvas conseguem sobreviver alimentando-se da matéria orgânica deixada no campo, após a destruição das soqueiras, não afetando também as formas adultas do inseto (ALMEIDA, 2005).

De acordo com Gallo et al. (2002), o método de controle mais comumente adotado no Brasil é o químico. Hoje existem alguns inseticidas registrados para *S. levis*, como o fipronil (AGROFIT, 2012), mas a eficácia

ainda não é a mais adequada. Assim como na destruição das soqueiras, esta técnica é utilizada no plantio, procurando-se evitar o ataque da praga na cana-planta (ALMEIDA, 2005).

Em geral, apesar de os defensivos agrícolas terem uma alta e rápida eficiência, são necessárias aplicações repetidas desses produtos, o que representa grandes quantidades lançadas no ambiente e um alto custo (ST. FRANCESCHINI et al., 2001). Esses produtos químicos propiciam uma alta produtividade, mas têm efeitos negativos sobre o solo, o clima, a vegetação, as águas, os animais e o homem (SCOLLON et al., 2001; VIEIRA; TORRES; MALM, 2001; FILIZOLA et al., 2002), e provocam a seleção de mutantes resistentes, resultantes da forte pressão seletiva. Além disso, seu tempo de degradação no ambiente pode ser de décadas, o que provoca uma concentração elevada dessas substâncias na cadeia alimentar (FRANCESCHINI et al., 2001).

Nesse contexto, o controle biológico é uma alternativa viável para o combate de pragas e patógenos, é muito vantajosa em relação ao controle químico, especialmente quanto ao impacto ambiental, ao custo, à especificidade e ao desenvolvimento de resistência. Entre os micro-organismos patogênicos com aplicação potencial em controle biológico destacam-se os fungos filamentosos. Quando comparados a outros sistemas utilizados em controle biológico, como bactérias produtoras de toxinas, protozoários e vírus, os fungos apresentam como vantagem um mecanismo especializado de infecção, que ocorre pela sua penetração ativa nos hospedeiros, não dependendo, assim, da sua ingestão para que se inicie o processo de infecção (ST. LEGER et al., 1996).

Diversos curculionídeos de importância agrícola apresentam suscetibilidade ao fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana*, como observado em *Cosmopolites sordidus* (Germar), *Rhynchophorus palmarum* (L.) e *S. levis* (BADILLA; ALVES, 1991; BATISTA FILHO et al., 2002; BATISTA FILHO et al., 2010).

A cultura da cana-de-açúcar utiliza o controle biológico desde a década de 1950, se intensificando em 1974, com a introdução de *Cotesia flavipes* (Cam.) (Hymenoptera: Braconidae) para o controle da broca-da-cana-de-açúcar, *D. saccharalis* (MENDONÇA, 1996; MENDONÇA et al., 1996). O fungo *M. anisopliae* é utilizado na cultura, para o controle das cigarrinhas, desde a década de 1970 (ALVES et al., 2008). Atualmente, esses são os dois maiores programas de controle biológico do mundo e difíceis de serem superados, visto a extensão em áreas abertas (PARRA; BOTELHO; PINTO, 2010; PINTO; LOPES; LIMA, 2013). Com esse histórico, será fácil a aceitação do agricultor de possíveis tecnologias envolvendo agentes de controle biológico no controle do gorgulho-da-cana.

O Departamento de Entomologia e Acarologia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/USP desenvolveu um processo de introdução inoculativa de *B. bassiana* e *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin (Hypocreales: Clavicipitaceae) para o controle de *S. levis*, praga de cana-de-açúcar, e viabilizou o controle de cupins com estes mesmos fungos (ALVES, 1998).

Alves (1998) mencionou que o fungo *M. anisopliae* é amplamente distribuído na natureza e é encontrado facilmente nos solos, onde sobrevive por longos períodos. Este fungo pode colonizar mais de 300 espécies de insetos de várias ordens, sendo que nelas estão incluídas pragas de grande importância (ALVES, 1998). Alves et al. (2008) destacaram o uso desse fungo e de *B. bassiana*, em iscas, para o controle de *S. levis* e *M. hemipterus* em cana-de-açúcar, com até 92% de eficiência (BADILLA; ALVES, 1991). Entretanto, utilizando-se iscas de colmos, na base de 200 por hectare (ALVES et al., 2008), torna a tática inviável, necessitando ser aprimorada.

Badilla e Alves (1991) avaliaram, em laboratório, o efeito de isolados do fungo *B. bassiana* sobre adultos de *S. levis*. O isolado 447 foi o mais eficiente dentre todos avaliados. Em campo, utilizando toletes de cana contaminados com o fungo, chegaram à dose de $4,9 \times 10^{11}$ conídios por tolete de cana.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi instalado nos dias 3 e 4 de novembro de 2011, na Usina Vista Alegre, em Itapetininga, SP, e foi conduzido dos dias 3 de novembro de 2011 ao dia 22 de abril de 2012 em canavial comercial da variedade SP81-3250 (cana-soca), com um mês de desenvolvimento. O fungo *Beauveria bassiana* utilizado no ensaio foi fornecido pela Biocontrol – sistema de controle biológico Ltda. –, Sertãozinho, SP, produzido sobre arroz.

O delineamento experimental foi de parcelas subdivididas, onde cada um dos 4 tratamentos foi repetido 5 vezes. Cada parcela teve as dimensões de 50 x 100 m (5.000 m²). Os tratamentos foram:

- (1) *B. bassiana* formulação WP aplicado com água, no equivalente a 225 g conídios ha⁻¹;
- (2) *B. bassiana* formulação WP aplicado com água, no equivalente a 450 g conídios ha⁻¹;
- (3) *B. bassiana* formulação GR aplicado com o arroz onde foi produzido, no equivalente a 10 Kg ha⁻¹;
- (4) testemunha (sem pulverização).

Os fungos foram aplicados uma dose de cada vez, no final da tarde. Para a formulação WP, foi utilizado um trator da marca New Holland modelo 7630, 105 cavalos, 4x4, e um aplicador de inseticida com reservatório de 300 L, que possuía discos de corte, onde os mesmos abriam as soqueiras ao meio para facilitar a penetração dos conídios, e logo atrás existiam bicos que distribuíam o produto. Foi utilizado 90 L de água por hectare. Para a

formulação GR, a aplicação foi feita manualmente, distribuindo os grãos + conídios sobre as touceiras.

Antes da aplicação (prévia) e após 21, 60 e 100 dias foram realizadas as avaliações. Em quatro pontos escolhidos ao acaso dentro de cada parcela, foram vistoriados todos os internódios basais de um metro linear. Foi anotado em ficha própria o número de internódios basais de colmos e o número daqueles com sintoma de ataque do gorgulho-da-cana, número de larvas, pupas ou adultos de *Sphenophorus levis* e a presença de outros organismos, como corós e cupins.

Na colheita, foram escolhidos 10 colmos ao acaso em cada um dos 4 pontos na parcela, esses colmos foram pesados em feixes de 10.

Como houve diferenças significativas entre os tratamentos para porcentagem média de colmos danificados, calculou-se a porcentagem média de mortalidade para cada tratamento e fez-se a correção (% RC) desse valor pela fórmula de Henderson e Tilton (1955), que leva em consideração a população para cada tratamento antes e após a aplicação dos mesmos. A fórmula utilizada foi:

$$\% RC = 100 - \left(\frac{(n^{\circ} \text{ na testemunha na prévia} \times n^{\circ} \text{ no tratamento na data})}{(n^{\circ} \text{ na testemunha na data} \times n^{\circ} \text{ no tratamento na prévia})} \times 100 \right)$$

Os dados obtidos foram transformados em médias e, posteriormente, estes foram submetidos à análise de comparação de médias pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A infestação média de *Sphenophorus levis* na área experimental, na instalação do ensaio (03/11/2011), era de 35,27% de colmos atacados, mas apresentava apenas 0,57 e 0,66 larvas e adultos do gorgulho-da-cana, respectivamente, em média, nos colmos e solo em 1 metro linear na linha de plantio.

Quanto à porcentagem média de colmos atacados pelo gorgulho, não houve diferenças significativas entre os tratamentos em nenhuma data de avaliação. Somente aos 100 dias após a aplicação do fungo que houve diferença ($P=0,12$) entre a testemunha e o tratamento WP de maior dose, que apresentaram os maiores valores, e os demais tratamentos (Figura 3).

Mesmo assim, a porcentagem média corrigida de danos nos colmos foi calculada, mostrando que aos 60 dias após a aplicação o tratamento WP de maior dose apresentou eficiência superior a 80%, caindo muito aos 100 dias (Figura 4). Os tratamentos WP menor dose e GR apresentaram eficiência ao redor de 60%, com esses valores aumentando dos 60 aos 100 dias após a aplicação (Figura 4).

Apesar de não ter sido verificada redução nos danos em colmos, houve diferenças significativas entre os tratamentos quanto ao número médio de larvas por metro linear aos 60 dias após a aplicação do fungo (Figura 5). Nessa data, os tratamentos WP maior dose e GR apresentaram os menores valores, diferindo estatisticamente da testemunha, que apresentou o maior valor (Figura 5).

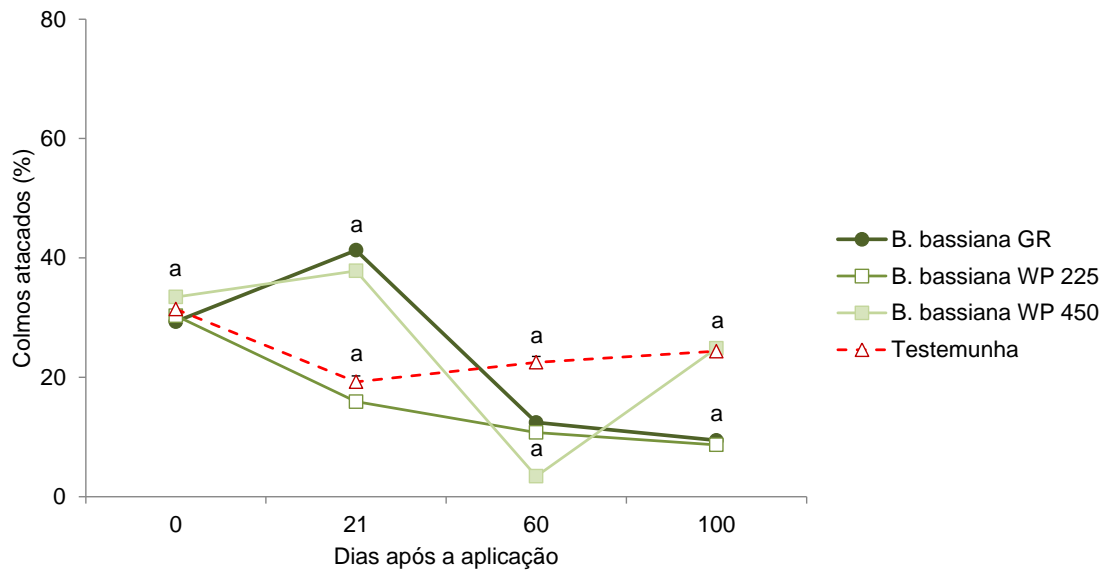


Figura 3. Porcentagem média de colmos atacados por larvas de *Sphenophorus levis* após a aplicação do fungo *Beauveria bassiana* nas formulações GR e WP (duas doses) em canavial após colheita. Itapetininga, SP, 2011. Pontos seguidos pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Esse resultado para as larvas concorda com a eficiência calculada do micoinseticida WP maior dose observada aos 60 dias após a aplicação (Figura 4).

Quanto ao número médio de pupas (Tabela 1) e adultos (Tabela 2) de *S. levis* e de corós (Coleoptera: Scarabaeidae) (Tabela 3) por metro linear, não houve diferenças significativas entre os tratamentos em nenhuma data de avaliação. Vale ressaltar que as quantidades encontradas dessas fases ou insetos foram baixas. Aos 100 dias após a aplicação do fungo, a testemunha apresentou o maior valor de adultos por metro diferindo estatisticamente dos demais tratamentos somente se $P=0,09$, o que indicaria eficiência dos tratamentos também sobre a fase madura.

O fungo *B. bassiana* aplicado diretamente sobre as linhas com um cortador de soqueiras foi eficaz no controle de larvas até os 60 dias, mas não reduziu os danos em soqueiras durante o desenvolvimento da cultura.

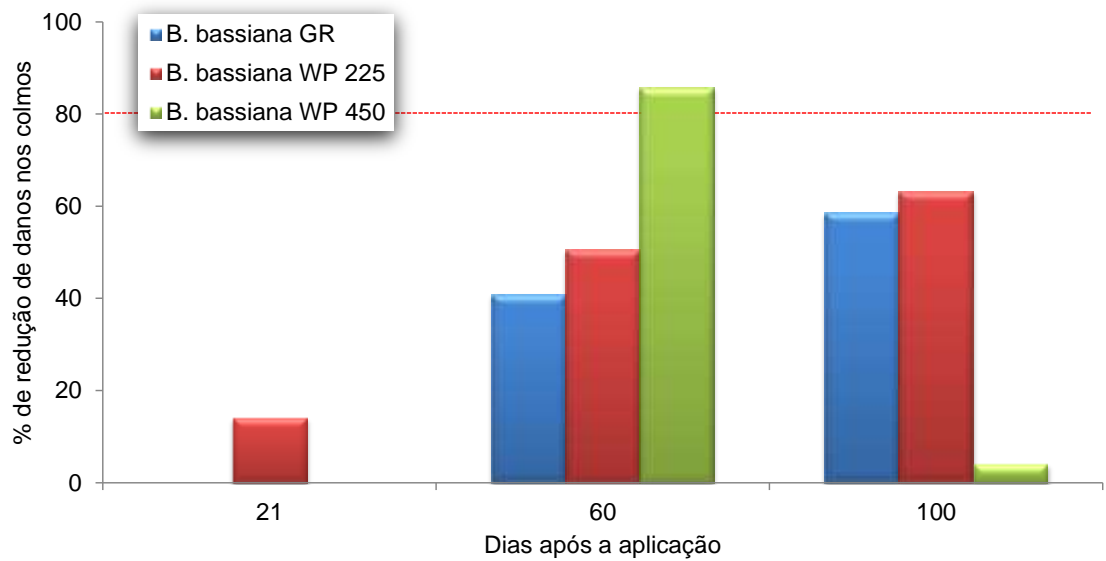


Figura 4. Porcentagem média de redução corrigida (HENDERSON; TILTON, 1955) dos danos nos colmos atacados por larvas de *Sphenophorus levis* após a aplicação do fungo *Beauveria bassiana* nas formulações GR e WP (duas doses) em canavial após colheita. Itapetininga, SP, 2011.

Tabela 1. Número médio de pupas de *Sphenophorus levis* em colmos ou solo de 1 metro linear após a aplicação do fungo *Beauveria bassiana* nas formulações GR e WP (duas doses) em canavial após colheita. Itapetininga, SP, 2011.

Tratamentos	Dias após a aplicação			
	0	21	60	100
<i>B. bassiana</i> GR	0,25±0,25 a	0,40±0,40 a	0,00±0,00 a	0,20±0,20 a
<i>B. bassiana</i> WP 225	1,25±0,95 a	0,20±0,20 a	0,00±0,00 a	0,20±0,20 a
<i>B. bassiana</i> WP 450	1,00±0,41 a	0,00±0,00 a	0,00±0,00 a	0,00±0,00 a
Testemunha	0,50±0,29 a	0,00±0,00 a	0,00±0,00 a	0,00±0,00 a

¹ Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

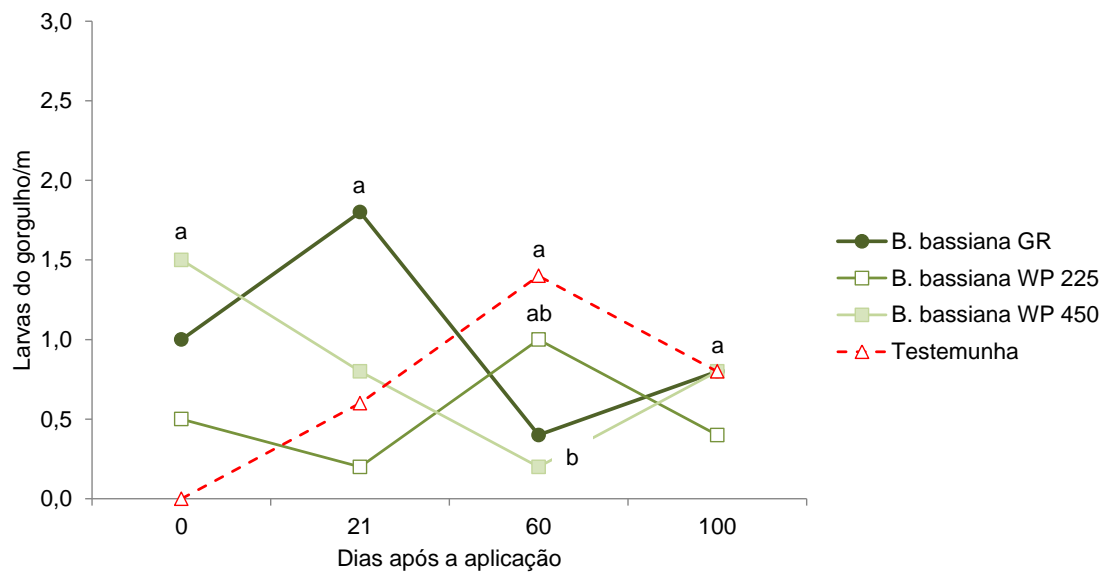


Figura 5. Número médio de larvas de *Sphenophorus levis* por colmos ou solo de 1 metro linear após a aplicação do fungo *Beauveria bassiana* nas formulações GR e WP (duas doses) em canavial após colheita. Itapetininga, SP, 2011. Pontos seguidos pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Tabela 2. Número médio de adultos de *Sphenophorus levis* em colmos ou solo de 1 metro linear após a aplicação do fungo *Beauveria bassiana* nas formulações GR e WP (duas doses) em canavial após colheita. Itapetininga, SP, 2011.

Tratamentos	Dias após a aplicação			
	0	21	60	100
<i>B. bassiana</i> GR	0,75±0,48 a	0,40±0,24 a	0,00±0,00 a	0,00±0,00 a
<i>B. bassiana</i> WP 225	0,75±0,25 a	0,20±0,20 a	0,60±0,60 a	0,20±0,20 a
<i>B. bassiana</i> WP 450	1,00±0,41 a	1,20±0,58 a	0,00±0,00 a	0,40±0,24 a
Testemunha	0,25±0,25 a	0,40±0,40 a	0,00±0,00 a	0,80±0,37 a

¹ Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Tabela 3. Número médio de larvas de corós (Coleoptera: Scarabaeidae) em colmos ou solo de 1 metro linear após a aplicação do fungo *Beauveria bassiana* nas formulações GR e WP (duas doses) em canavial após colheita. Itapetininga, SP, 2011.

Tratamentos	Dias após a aplicação			
	0	21	60	100
<i>B. bassiana</i> GR	1,50±0,96 a	0,00±0,00 a	0,40±0,40 a	0,40±0,40 a
<i>B. bassiana</i> WP 225	0,25±0,25 a	0,00±0,00 a	0,60±0,60 a	0,40±0,40 a
<i>B. bassiana</i> WP 450	1,00±0,71 a	0,20±0,20 a	0,00±0,00 a	0,40±0,24 a
Testemunha	0,00±0,00 a	0,00±0,00 a	0,20±0,20 a	1,20±0,73 a

¹ Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

O fungo *B. bassiana* não afetou a quantidade de larvas de corós encontradas no solo, podendo indicar que nas condições do ensaio esse agente não é eficaz no controle da praga.

Os dados sobre a produtividade foram perdidos na colheita e, portanto, não foram incluídos no ensaio.

Os resultados obtidos concordam parcialmente com Badilla e Alves (1991), que obtiveram 92% de eficiência de controle de *S. levis* em campo. Entretanto, os autores conseguiram tal eficiência sobre adultos do gorgulho, diferente do atual ensaio que foi sobre larvas. Por outro lado, a metodologia usada pelos autores visa ao controle de adultos, pois depende do deslocamento da espécie até os toletes tratados com o fungo, algo que as larvas seriam incapazes de fazer. Mesmo assim, o atual ensaio mostrou controle de adultos quando o nível de significância do teste de Tukey foi superior a 5%.

Novos ensaios em locais distintos e em épocas diferentes deverão ser conduzidos para confirmar a eficácia de *B. bassiana* no controle de *S. levis*.

Esses ensaios também permitirão compreender melhor o efeito do clima na eficiência de controle do fungo. Também as diferentes doses e modos de aplicação deverão ser levados em consideração em novas pesquisas.

5 CONCLUSÕES

Baseado nas condições em que o ensaio foi conduzido, ou seja, presença de danos expressivos da praga, clima e localidade, pode-se concluir que:

- o fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* nas formulações GR e WP é eficaz no controle de larvas do gorgulho-da-cana, *Sphenophorus levis*, em campo;
- a dose de 450 g conídios ha⁻¹ é adequada para o controle de larvas de *S. levis*.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, I.L. **Identificação e caracterização de um gene *cry* recombinante de *Bacillus thuringiensis* var. *Londrina***. 2006. 87f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp, Jaboticabal, 2006.

AGROFIT. Disponível em:

<http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons> Acesso em: 23/10/2012.

ALMEIDA, L.C. **Bicudo da cana-de-açúcar**: informação técnica. Piracicaba: Centro de Tecnologia Canavieira, 2005. (Boletim Técnico)

ALVES, S.B. Fungos entomopatogênicos. In: ALVES, S.B. (Ed.). **Controle microbiano de insetos**, 2.ed. Piracicaba: Fealq, 1998. p.289-381.

ALVES, S.B. Fungos no controle biológico de pragas. In: ENCONTRO SUL-BRASILEIRO DE CONTROLE BIOLÓGICO DE PRAGAS, 1., 1986, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo: AEAPF/EMBRAPA-CNPT, 1986. p. 179-189.

ALVES, S.B.; LOPES, R.B.; VIEIRA, S.A.; TAMAI, M.A. Fungos entomopatogênicos usados no controle de pragas na América Latina. In: ALVES, S.B.; LOPES, R.B (Eds.). **Controle microbiano de pragas na América Latina**: avanços e desafios. Piracicaba: Fealq, 2008. p.69-110.

BADILLA, F; ALVES, S. Controle do gorgulho da cana-de-açúcar *Sphenophorus levis* Vaurie, 1978 (Coleoptera: Curculionidae) com *Beauveria* spp. em condições de laboratório e campo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.20, p.250-263, 1991.

BATISTA FILHO, A.; TAKADA, H.M.; CARVALHO, A.G. Brocas da bananeira. In: REUNIÃO ITINERANTE DE FITOSSANIDADE DO INSTITUTO BIOLÓGICO, 6., 2002, São Bento do Sapucaí, SP. **Anais...** Campinas: Instituto Biológico, 2002. p.1-8.

BATISTA FILHO, A.; PRANDO, H.; LEITE, L.G.; NEVES, P. Recomendações para o uso de micoinseticidas destinados ao controle da broca-da-bananeira. In: ALVES, L.F.A.; NEVES, P.M.J.O.; FARIA, M.R. de. (Orgs.). **Recomendações para utilização de fungos entomopatogênicos no controle de pragas.** Piracicaba: CP 2, 2010. p.21-24.

DEGASPARI, N.; BOTELHO, P.S.M.; ALMEIDA, L.C. de; CASTILHO, H.J. Biologia de *Sphenophorus levis* Vaurie, 1978 (Coleoptera: Curculionidae), em dieta artificial e no campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.22, p.553-558, 1987.

DINARDO- MIRANDA, L.L.; FRACASSO, J.V.; CABRAL, S.B.; VALÉRIO, W.; GONÇALVES, R.D.; BELTRAME, J.A. Eficiência de inseticidas aplicados em soqueiras de cana-de-açúcar no controle de *Sphenophorus levis*. **STAB**, v.24, p.34-37, 2006.

ERENO, D. Simbiose letal. **Revista Fapesp**, n.135, p.70-72, mai. 2007.

FILIZOLA, H.F. et al. Monitoramento e avaliação do risco de contaminação por pesticidas em água superficial e subterrânea na região de Guaíra. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.5, p.659-667, 2002.

FRANCESCHINI, M. et al. Biotecnologia aplicada ao controle biológico: o entomopatógeno *Metarhizium anisopliae*. **Revista Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, v.4, n.23, 2001.

GALLO, D. et al. **Entomologia Agrícola.** Piracicaba: Fealq, 2002. 920p. (Biblioteca de Ciências Agrárias Luiz de Queiroz, 10)

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

LEITE, L.G.; BATISTA, A.F.; GINARTE, A.M.A.; TAVARES, F.M.; ALMEIDA, L.C.; BOTELHO, P.S.M. Alternativa de controle: bicudo da cana-de-açúcar.

Cultivar Grandes Culturas, n.83, mar. 2005.

LEITE, L.G.; TAVARES, F.M.; GINARTE, C.M.A.; CALEGARI, L.C.; BATISTA FILHO, A. Nematóides entomopatogênicos no controle de pragas. In: PINTO, A. de S.; NAVA, D.E.; ROSSI, M.M.; MALERBO-SOUZA, D.T. (Orgs.). **Controle biológico de pragas: na prática**. Piracicaba: CP 2, 2006. p.45-54.

MACEDO, L.P.M.; GARCIA, J.F.; BOTELHO, P.S.M. Outros besouros-praga da cana-de-açúcar. In: PINTO, A. de S. (Org.). **Controle de pragas da cana-de-açúcar**. Sertãozinho: Biocontrol, 2006. p.49-52.

MENDONÇA, A.F. Distribuição de *Diatraea* spp. (Lep.: Pyralidae) e de seus principais parasitóides larvais no Continente Americano. In: MENDONÇA, A.F. (Ed.). **Pragas da cana-de-açúcar**. Maceió: Insetos & Cia, 1996. p.83-121.

MENDONÇA, A.F.; MORENO, J.A.; RISCO, S.H.; ROCHA, I.C.B. As brocas da cana-de-açúcar, *Diatraea* spp. (Lep., Pyralidae). In: MENDONÇA, A.F. (Ed.). **Pragas da cana-de-açúcar**. Maceió: Insetos & Cia, 1996. p.49-82.

PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; PINTO, A. de S. Controle biológico de pragas como um componente chave para a produção sustentável da cana-de-açúcar. In: CORTEZ, L.A.B. (Org.). **Bioetanol de cana-de-açúcar: P&D para produtividade e sustentabilidade**. São Paulo: Blucher, 2010. p.441-450.

PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; PINTO, A. de S. Controle biológico de pragas como um componente-chave para a produção sustentável da cana-de-açúcar. In: CORTEZ, L.A.B. (Org.). **Bioetanol de cana-de-açúcar: P&D para produtividade e sustentabilidade**. São Paulo: Blucher, 2010. p.441-450.

PINTO, A. de S. Manejo racional de pragas na expansão do canavial. **IdeaNews**, v.8, n.88, p.40-50, 2008.

PINTO, A. de S. Reconhecer para não errar: a importância do reconhecimento das pragas da cana-de-açúcar. **Protec**, especial, p.12-16, 2009.

PINTO, A. de S.; BOTELHO, P. S. M.; OLIVEIRA, H. N. de. **Guia ilustrado de pragas e insetos benéficos da cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP 2, 2009. 160p.

PINTO, A. de S.; GARCIA, J.F.; OLIVEIRA, H.N. de. Manejo das principais pragas da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S. V.; PINTO, A. de S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J. C. M. de. (orgs.). **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP 2, 2006. p.257-280.

PINTO, A. de S.; LOPES, V.L.; LIMA, A.A. de. Manejo de pragas da cana-de-açúcar. In: SANTOS, F.; BORÉM, A. (Eds.). **Cana-de-açúcar: do plantio à colheita**. Viçosa: [s.E.], 2013. p.75-87.

POLANCZYK, R.A.; ALMEIDA, L.C. de; PADULLA, L.; ALVES, S.B. Pragas de cana-de-açúcar x métodos alternativos de controle. **Revista Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, n.33, p.14-17, jul/dez 2004.

PRECETTI, A.A.C.M.; ARRIGONI, E.B. **Aspectos bioecológicos e controle do besouro *Sphenophorus levis* Vaurie, 1978 (Coleoptera, Curculionidae) em cana-de-açúcar**. São Paulo: Copersucar, 1990. 15p. (Boletim Técnico Copersucar – Edição Especial)

SCOLLON, E.J. et al. Chemical and biochemical evaluation of Swainson's hawk mortalities in Argentina. In: JOHNSTON, J.J. (Ed.). **Pesticides and wildlife**. Washington, DC: American Chemical Society, 2001. p.294-308.

ST. LEGER, R.J.; JOSHI, L.; BIDOCHKA, M.J.; ROBERTS, D.W. Construction of an improved mycoinsecticide overexpressing a toxic protease. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA**, v.93, p. 6349-6354, 1996.

TAVARES, F.M.; BATISTA FILHO, A.; LEITE, L.G.; ALMEIDA, L.C. de; GOULART, T.M. Efeito sinérgico de combinações entre nematóides entomopatogênicos (Nemata: Rhabditida) e inseticidas químicos na mortalidade de *Sphenophorus levis* (Vaurie) (Coleoptera: Curculionidae). **BioAssay**, v.4, p.1-10, 2009.

TAVARES, F.M.; BATISTA FILHO, A.; LEITE, L.G.; ALMEIDA, L.C. de; SILVA, A.C. da; AMBRÓS, C.M. Efeito de *Heterorhabditis indica* e *Steinernema* sp. (Nemata: Rhabditida) sobre larvas do bicudo da cana de açúcar, *Sphenophorus levis* (Coleoptera: Curculionidae), em laboratório e casa de vegetação.. **Nematologia Brasileira**, v.31, p.12-19, 2007.

UDOP – UNIÃO DOS PRODUTORES DE BIOENERGIA. Evolução da produtividade cana-de-açúcar safras 2005/2006 a 2010/2011. Disponível em: <http://www.udop.com.br/download/estatistica/area_cultivada/01set11_area_cultivada_produtivadade_brasil.pdf> Acesso em: 12/11/2011.

VAURIE, P. Revision of the Genus *Sphenophorus* in South America. **American Museum Novitates**, v.26, p.1-30, 1978.

VIEIRA, E.D.R.; TORRES, J.P.M.; MALM, O. DDT environmental persistence from its use in a vector control program: a case study. **Environmental Research – Section A**, v.86, p.174-182, 2001.