

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
CIÊNCIAS DA VIDA
CURSO DE AGRONOMIA**

CHRISTIAN ALVERAR CECCHIN

**CONTROLE BIOLÓGICO DE *Dalbulus maidis* (Delong & Wolcott, 1923) (Hemiptera:
Cicadellidae) COM *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin E *Metarhizium anisopliae*
(Metschn) Sorokin**

NOVA PRATA

2022

CHRISTIAN ALVERAR CECCHIN

CONTROLE BIOLÓGICO DE *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott, 1923) (Hemiptera: Cicadellidae) COM *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin E *Metarhizium anisopliae* (Metschn) Sorokin

Projeto apresentado como requisito para
obtenção do grau de Eng. Agrônomo na
Universidade de Caxias do Sul. Área de
concentração: Controle Biológico
Orientadora: Ma. Camila Bonatto Vicenço

NOVA PRATA

2022

CONTROLE BIOLÓGICO DE *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott, 1923) (Hemiptera: Cicadellidae) COM *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin E *Metarhizium anisopliae* (Metschn) Sorokin

Trabalho de Conclusão de Curso II como requisito para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo da Universidade de Caxias do Sul. Área de concentração: Controle Biológico

Orientador: Prof.º Ma. Camila Bonatto Vicenço

Aprovado (a)/...../.....

Prof.(a)Ms. Camila Bonatto Vicenço – Orientador(a)

Universidade de Caxias do Sul

Prof.(a)Ms. Ou Dr. Murilo César dos Santos

Universidade de Caxias do Sul

Prof.(a)Ms. Ou Dr. Joséli Schwambach

Universidade de Caxias do Sul

Agradecimentos

Agradecimento!

Agradeço primeiramente a Deus por me dar o dom da vida, sempre me fortalecendo e encorajando para que eu não desistisse dos meus objetivos.

Aos meus pais Maria e Valdeci, e meu padrasto Éder, por me incentivarem aos estudos sempre fazendo o máximo para que eu concluísse minha graduação.

As minhas irmãs Érika e Marieva por me incentivarem e me alegrarem quando eu mais precisava.

A minha namorada Bruna por me dar forças e apoio, e pela paciência que teve e ainda têm comigo.

Á minha orientadora Camila, por ter aceitado o desafio e por sempre me apoiar, me acalmar e esclarecer todas minhas dúvidas sempre que precisei.

A todos meus professores do curso de Agronomia, muito obrigado por todos ensinamentos e pela amizade construída ao longo destes anos.

CONTROLE BIOLÓGICO DE *Dalbulus maidis* (Delong & Wolcott, 1923) (Hemiptera: Cicadellidae) COM *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin E *Metarhizium anisopliae* (Metschn) Sorokin

Christian Alverar Cecchin¹

Camila Bonatto Vicenço²

Resumo: O milho ocupa a segunda posição entre as principais commodities agrícolas brasileiras. No entanto, a produtividade desta cultura pode ser afetada por insetos-praga, que se não manejados de forma adequada, podem causar prejuízos. Em função disso, o controle deve ser realizado de forma efetiva. O controle biológico vem se destacando por ser uma prática de baixo impacto sobre o meio ambiente. O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência dos fungos entomopatogênicos *Beauveria bassiana* (Bovemip) isolado IBCB 66 ($8,0 \times 10^9$ UFC/g) na dose de 1 kg/ha, e *Metarhizium anisopliae* (Metamip) isolado IBCB 425 ($4,5 \times 10^{10}$ conídios/g de produto), na dose de 22,2 g/ha, ambos provenientes da empresa Promip, sobre indivíduos de *D. maidis*. Como controle negativo utilizou-se água destilada e para o controle positivo utilizou-se o inseticida químico Connect[®] (imidacloprido + beta-ciflutrina) na dose de 750 mL/ha. O delineamento experimental usado foi em blocos inteiramente casualizados, utilizando-se cinco repetições para cada tratamento, sendo que cada repetição era composta por cinco indivíduos, totalizando 25 indivíduos por tratamento. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. Conforme as avaliações em 7 e 14 dias após a aplicação, observou-se que os produtos biológicos não diferiram estatisticamente do controle negativo, porém apontaram outra forma de controle da *D.maidis*.

Palavras chave: Cigarrinha-do-milho, entomopatógenos, milho.

BIOLOGICAL CONTROL OF *Dalbulus maidis* (Delong & Wolcott, 1923) (Hemiptera: Cicadellidae) WITH *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin AND *Metarhizium anisopliae* (Metschn) Sorokin

Abstract: Corn occupies the second position among the main Brazilian agricultural commodities. However, the productivity of this crop can be affected by insect-pests, which, if not handled properly, can cause losses. Because of this, the control must be done effectively. Biological control has been gaining prominence as a practice with low impact on the environment. The objective of this work was to evaluate the efficiency of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* (Bovemip) isolated IBCB 66 (88.0×10^9 UFC/g) at a dose of 1 kg/ha, and *Metarhizium anisopliae* (Metamip) isolated IBCB 425 (4.5×10^{10} conidia/g of product), at a dose of 22.2 g/ha, both from the Promip company, on individuals of *D. maidis*. The negative control was distilled water and the positive control was the chemical insecticide Connect[®] (imidacloprid + beta-cyfluthrin) at a dose of 750 mL/ha. The experimental design used was entirely randomized blocks, using five replicates for each treatment, with each replicate consisting of five individuals, totaling 25 individuals per treatment. The data were submitted to variance analysis and the means were compared to each other using Tukey's test at 5% probability. According to the evaluations at 7 and 14 days after

¹ Acadêmico do Curso de Agronomia da Universidade de Caxias do Sul. Email: ccecchin@ucs.br

² Professor Ma. Orientador da Disciplina de TCC II da Universidade de Caxias do Sul, localizada na Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130 – Bairro Petrópolis – CEP 95070-560. Email: cbvicenc@ucs.br

application, it was observed that the biological products did not differ statistically from the negative control, but indicated another form of control for *D. maidis*.

Keywords: Corn leafhopper; entomopathogens; corn.

1. INTRODUÇÃO

A cultura do milho, teve seu primeiro contato com o homem civilizado em 1492, quando Colombo observou a presença deste cereal na costa de Cuba (PATERNIANI & CAMPOS, 1999). Porém evidências mostram que o milho teria sido domesticado por índios americanos por volta de 8 a 10 mil anos atrás, sendo a teoria mais aceita é de que ele seja descendente direto dos teosintos (GALINAT, 1977).

Na classificação botânica a cultura do milho pertence á ordem Graminae, família Poaceae, gênero *Zea* e espécie *Zea mays* L. Espécie anual, estival, cespitosa, ereta, tem baixo afilamento, é classificada como monóica, e pertence ao grupo das plantas C-4. Quando em condições de temperatura e umidade adequadas a semente germina em cerca de 5 a 6 dias, a sua grande adaptabilidade representada por vários genótipos permite o seu cultivo desde o nível do mar até altitudes superiores a 3600 metros (BARROS & CALADO, 2014). O período de crescimento e desenvolvimento do milho é limitado pela água, temperatura e radiação solar, ou luminosidade, a cultura precisa que estes fatores estejam em um nível considerado ótimo para que seu potencial genético de produção se expresse ao máximo (CRUZ et al., 2006).

Dentre os cereais cultivados no Brasil o milho é o mais expressivo, com uma produção de 115.662,71 toneladas em uma área de 21.665,8 mil hectares, com uma produtividade média de 5.338 kg/ha, um aumento de cerca de 32,8% em relação a safra anterior do ano de 2021 (CONAB, 2022).

Com isso a cultura do milho é caracterizada por ser uma das mais importantes para a economia do Brasil e do mundo, tem sua comercialização como commodity, e ainda se notabiliza pelos seus diversos usos. Além da alimentação humana e animal, é possível produzir uma infinidade de produtos, como bebidas, polímeros, combustíveis, etc. (MIRANDA, 2018).

No Brasil o milho é a única planta que é conhecida como hospedeira da *D. maidis*, onde ela se abriga, alimenta-se, e se reproduz, depositando seus ovos, debaixo da epiderme foliar, principalmente ao longo da nervura central (OLIVEIRA & SABATO, 2017).

Deste modo a cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*), inseto que era considerado uma praga secundária na cultura, vem aumentando com o crescente plantio de áreas de milho e o cultivo de milho safrinha, e passou a causar danos consideráveis para a produção. O principal problema relacionado à cigarrinha ocorre pelos danos indiretos que os indivíduos causam,

transmitindo mollicutes, como o enfezamento-pálido (Corn Stunt Spiroplasma, CSS) e o enfezamento-vermelho (Maize Bushy Stunt Phytoplasma, MBSP) e os vírus, (Maize rayado fino virus, MRFV) que causam perdas significativas para as lavouras atacadas (COSTA et al., 1971; BALMER, 1980; KITAJIMA, 1995; TOFFANELLI & BEDENDO, 2002; EMBRAPA, 2004).

Nesse sentido, a infecção com estes patógenos ocorre nos primeiros estádios da planta, mas seus sintomas e danos expressam-se com suas características na fase de produção (COSTA et al., 1971; OLIVEIRA & SABATO, 2017). Oliveira et al. (2008), apontaram que quando as cigarrinhas infectantes são confinadas nas plantas de milho a infecção ocorre dentro do período de uma hora, limitando a eficácia do uso de inseticidas para controle deste inseto-vetor.

Adultos de *Dalbulus maidis* podem ser facilmente observados se alimentando do cartucho do milho, medem cerca de 4 mm de comprimento por menos de 1 mm de largura, de coloração predominantemente palha, na cabeça destacam-se duas manchas negras com o dobro do diâmetro dos ocelos, apresentam dois pares de asas transparentes, aparelho bucal do tipo sugador labial, anteras setáceas com filamento apical, as ninfas são de coloração palha com manchas escuras no abdômen e olhos de coloração negra, elas tendem a permanecer estáticas se alimentando das folhas só se movendo caso forem incomodadas. A cigarrinha-do-milho é encontradas em toda região neotropical, sendo a temperatura e a disponibilidade de hospedeiros fatores limitantes para a manutenção e crescimento populacional da espécie (WAQUIL, 2004).

As fêmeas de *D.maidis* colocam em média de 400-600 ovos durante toda sua vida, sendo estes translúcidos com formato que se assemelha a uma banana, são depositados dentro do tecido vegetal da planta, seu período embrionário é de 8-9 dias, após eclosão se desenvolvem entre 15-17 dias passando por cinco estádios, as fêmeas copulam cerca de 1-2 dias após emergirem. (BARNES, 1954; MARIN, 1987). Quando a temperatura se encontra abaixo dos 20 °C, não ocorre a eclosão das ninfas, porém os ovos continuam viáveis, entre uma temperatura adequada de 26 e 32 °C o ciclo biológico completa-se em 24 dias. A cigarrinha adquire os patógenos causadores das doenças ao se alimentarem de plantas infectadas, transmitindo para outras plantas saudias, o período de latência entre a aquisição do patógeno e sua transmissão pelo vetor é de três a quatro semanas para os mollicutes e duas semanas para o vírus (WAQUIL, 2004).

O uso de inseticidas químicos é uma das técnicas mais utilizadas para o controle de *D. maidis*, mas com o passar dos anos, a conscientização da população sobre os efeitos negativos causados por essas moléculas e sobre o consumo de alimentos mais saudáveis e seguros, aliado

a elevada taxa de resistência de pragas a muitos grupos químicos, vêm contribuindo para os avanços em novos conhecimentos e tecnologias (CRUZ, 2015).

Como estratégia de controle o manejo integrado de pragas (MIP), busca preservar e aumentar os fatores de mortalidade natural das pragas que acometem a lavoura pelo uso integrado de técnicas, com base em parâmetros técnicos, econômicos, ecológicos e sociológicos (PICANÇO, 2010).

Neste sentido o controle biológico pode ser uma estratégia complementar e se caracteriza por ser um processo natural de regulação populacional através de inimigos naturais. Seu uso reduz a poluição ao meio ambiente, e por consequência, preserva os recursos naturais, aumentando a sustentabilidade dos agroecossistemas, além de manter a qualidade do produto agrícola. A grande vantagem da utilização de entomopatógenos é que eles causam altas taxas de mortalidade em ovos e adultos de insetos-praga, não geram resistência dos insetos atacados, e não deixam residual na cultura (ROBERTS & CASTILLO, 1980; ALVES et al., 1998).

Dentro do controle biológico, o emprego de agentes entomopatogênicos para a supressão populacional de insetos-praga, se consolida por ser uma opção harmônica com o meio ambiente. Os entomopatógenos se caracterizam por microrganismos que causam doenças aos insetos levando-os a morte, entre os microrganismos capazes de causar doenças nos insetos destacam-se os fungos (CROCOMO, 1990).

Em suma os fungos entomopatogênicos são os microrganismos que causam maior mortalidade aos insetos nos agroecossistemas. Insetos atacados por estes fungos apresentam sinais de manchas escuras nas pernas, e nos demais segmentos, paralisação na alimentação, ficando com aspecto tenro e desorientados, com o corpo do inseto adquirindo a coloração característica do fungo que o atacou. A ação destes microrganismos é altamente dependente das condições do ambiente, principalmente dos fatores temperatura e umidade (PICANÇO, 2010).

Dentre os entomopatógenos, *M. anisopliae* e *B. bassiana* já vem sendo reportados na literatura por apresentarem atividade biológica contra diversos insetos-praga (SILVA et al., 2003). Os fungos entomopatogênicos *B. bassiana* e *M. anisopliae*, devido à ampla gama de hospedeiros e a variabilidade genética com diferentes níveis de virulência podem ser utilizados como agentes de controle de insetos-praga (APARICIO et al., 2005).

Como relatado acima para controle de insetos-praga, o fungo *M. anisopliae* se caracteriza por ser um fungo mesofílico, pertencente a família Moniliaceae, subdivisão Duteromycotina, que engloba os fungos imperfeitos, onde seu estágio sexual não é conhecido, se desenvolve em uma faixa de temperatura de 15 e 35 °C. Geralmente a infecção deste fungo

ocorre nas primeiras 20 horas, após a penetração do mesmo. Depois da infecção se desenvolvem blastósporos ou corpos hifais os quais se distribuem de forma passiva na hemolinfa, o que permite ao fungo invadir os tecidos do inseto. Segundo estudos, a principal forma de penetração de *M. anisopliae* se dá via tegumento, por atividade enzimática ou pressão mecânica feita pelo tubo germinativo, durante a invasão os nutrientes presentes na hemolinfa e o corpo adiposo se esgotam, levando assim, a morte do inseto e o fim do processo patôgenico (ZIMMERMANN, 2007a; RIBEIRO, 2000). Insetos atacados por este entomopatôgeno adquirem uma doença chamada *muscardine* verde tornando-se mumificados, de modo que o cadáver adquire uma coloração verde claro até um verde acinzentado (ALVES & LEUCONA, 1998).

Outro entomopatôgeno utilizado para controle da *D. maidis* é o fungo *B. bassiana* que tem a habilidade de se desenvolver de maneira endofítica, e se caracteriza como um parasita facultativo pelo seu ciclo biológico. Seus conídios conseguem penetrar em qualquer parte da cutícula, tanto do aparelho digestório, como respiratório. Após conseguirem atravessar a cutícula ocorre o desenvolvimento dos tubos germinativos e a formação de hifas, que atravessam o tegumento, alcançam a hemolinfa do hospedeiro, onde se multiplicam causando a morte (CLARK et al., 1968; BROOME et al., 1976; FUXA, 1987; LAZZARINI, 2005).

Após atacado pelos fungos o período de incubação depende do hospedeiro e do estado em que se encontra, da temperatura e da virulência do fungo, quando as condições de umidade estão adequadas o fungo inicia sua fase saprofítica emergindo do corpo e produzindo seus conídios na parte de fora do cadáver, caso a umidade estiver muito baixa o fungo pode permanecer na fase hifal dentro do corpo morto do inseto (ZIMMERMANN, 2007b). Durante a incubação, o hospedeiro pode ser afetado por mudanças comportamentais e alimentares, redução de peso ou fecundidade, além da possibilidade de ocorrerem malformações ou febre comportamental (EKESI 2001; OUEDRAOGO et al., 2003).

Em um âmbito geral, para o controle de insetos-praga, tem sido tomado como base para o controle econômico uma eficiência de acima de 80% de mortalidade (McCARL, 1981).

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar a mortalidade do inseto-praga *D. maidis* quando submetida a diferentes tratamentos utilizando-se os fungos entomopatôgenos *B. bassiana* e *M. anisopliae*.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Universidade de Caxias do Sul, localizada na cidade de Caxias do Sul – RS. Coordenadas geográficas: Latitude: -29.1678; Longitude: -51.1794, e altitude de 782 metros.

2.1 CIGARRINHA-DO-MILHO

A população foi coletada no município de Nova Prata – RS, após a coleta dos indivíduos foram transportados para o Laboratório de Controle de Pragas da UCS. A colônia de insetos foi mantida em plantas de milho (*Zea mays*), em gaiolas plásticas transparentes (30 X 50 cm), em temperatura controlada ($25\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$), com uma umidade relativa de 50 % e fotoperíodo de 16/8 horas (claro/escuro), para manutenção e alimentação dos indivíduos.

2.2 BIOENSAIO

O delineamento experimental dos ensaios foi do tipo inteiramente casualizado (DIC). Todos os testes foram realizados em sala climatizada, nas seguintes condições ambientais: $25 \pm 2\text{ °C}$, $50 \pm 5\%$ UR e fotoperíodo de 14:10 h (claro:escuro).

Cinco indivíduos adultos, com idade entre 30-33 dias foram transferidos, com auxílio de um aspirador manual para plantas de milho em estágio V3-V4, provenientes de sementes crioulas, previamente plantados em vasos plásticos contendo substrato Carolina Soil. Após, os tratamentos, preliminarmente preparados, foram pulverizados (0,5 mL), com o auxílio de um aerógrafo (Worker, modelo 977047), separadamente, sobre as plantas que continham os indivíduos. As plantas foram cobertas por um tecido voil para evitar a fuga dos adultos, e facilitar as pulverizações dos tratamentos. As avaliações foram realizadas aos sete e quatorze dias após a aplicação dos tratamentos.

Para os tratamentos, foram utilizados isolados de *B. bassiana* (Bovemip) (registro MAPA do Brasil nº 24020) com o isolado IBCB 66 ($8,0 \times 10^9$ UFC/g) na dosagem de 1kg/ha, e *M. anisopliae* (Metamip) (registro MAPA do Brasil nº 24120) com o isolado IBCB 425 ($4,5 \times 10^{10}$ conídios/g de produto), na dosagem de 22,2 g/ha, ambos provenientes da empresa Promip, com um volume de calda de 300 L/ha. Como controle negativo utilizou-se água destilada, e para o controle positivo foi utilizado o inseticida químico Connect® (imidacloprido + beta-ciflutrina) na dose de 750 mL/ha, com um volume de calda de 300 L/ha. Todos os envolvidos na atividade utilizaram os equipamentos de segurança apropriados (macacão, viseira facial e luvas).

Foram realizadas 5 repetições para cada tratamento, sendo que cada repetição era composta por cinco indivíduos, totalizando 25 indivíduos por tratamento, nestes tratamentos foram avaliadas a mortalidade dos indivíduos adultos de *D. maidis* com cerca de 30-33 dias de vida, aos 7 e aos 14 dias.

2.3 ESTATÍSTICA

Os dados foram avaliados quanto à normalidade utilizando o teste de Kolmogorov-Smirnov. Os dados paramétricos foram analisados por análise de variância (ANOVA), seguido do teste de Tukey ($p < 0,05$) com o auxílio do programa AgroEstat.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de mortalidade de indivíduos de *D. maidis*, após 7 e 14 dias de exposição aos tratamentos, estão apresentados na Tabela 1, que se encontra abaixo:

Tabela 1. Mortalidade de *D. maidis* quando submetida a diferentes tratamentos.

Tratamentos	Mortalidade (%)	
	7 dias	14 dias
Água	20 b	20 b
Connect® 750 ml/ha	72 a	72 a
<i>B. bassiana</i> 1,0 kg/ha	36 b	36 b
<i>M. anisopliae</i> 22,2 g/ha	36 b	36 b

Valores seguidos de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), $n = 25$.

Fonte: autor (2022).

O presente trabalho apresenta novas perspectivas de controle de *Dalbulus maidis*, as quais são transmissores de patógenos em plantas de milho. Transmissores de espiroplasma como é o caso da cigarrinha-do-milho possuem a capacidade de desenvolver resistência aos inseticidas (PERFECTO, 1990). Portanto variadas formas de manejo fitossanitário contra insetos-praga que atuem em diferentes sítios de ação devem ser empregadas. Apesar das avaliações durante o 7° e o 14° dia após a aplicação dos produtos biológicos Metamip (*M. anisopliae*), e Bovemip (*B. bassiana*), não terem tido um controle tão satisfatório quanto o controle positivo que atingiu 72% de mortalidade, os resultados demonstram um bom nível de controle dos adultos da *D. maidis* demonstrando que se for utilizada como uma ferramenta complementar aos demais tratamentos pode vir a ser muito útil.

Estudos envolvendo o entomopatógeno *B. bassiana* (concentração de 2×10^8 conídios/mL) para o controle de *Cosmopolites sordidus*, Germar (Coleoptera: Curculionidae)

indicaram que o isolado CG 1066 foi eficiente no controle do inseto-praga em questão, atingindo um nível 100 % de mortalidade dos indivíduos em 8 dias após aplicação (COSTA et al., 2010).

Em experimentos com indivíduos de *D. maidis* tratados com *M. anisopliae* (isolados M362, M366 e M379) e *B. bassiana* (B517, B874 e B992), em concentração de 1×10^7 , Aparicio et al. (2005) observaram mortalidade dos indivíduos em torno de 40% para ambos os tratamentos, e o tempo decorrido para a morte dos insetos com o fungo *M. anisopliae* foi de 10-12 dias, enquanto que a mortalidade dos indivíduos provocada por *B. bassiana* ocorreu por volta dos 12-15 dias.

Neste sentido como citado acima para o controle da cigarrinha-do-milho com os entomopatógenos *B. bassiana* e *M. anisopliae* Ribeiro (2018), realizou testes á campo em milho-doce *Zea mays* (var. *saccharata*) (Poaceae), e encontrou resultados superiores, com um controle de 71,8% no primeiro dia com o isolado IBCB 66 (2×10^9 UFC/g de produto) na dose de 4 kg/ha de produto para o fungo *Beauveria*, e uma mortalidade de 70,34 com o isolado IBCB 425 (6×10^8 Conídios Viáveis/g de produto), na dose de 30 g/ha para o fungo *Metarhizium*, como diferença, foram utilizadas dosagens maiores de produto, indicando que talvez a utilização de uma maior dose resultaria em um maior controle dos insetos.

Alves et al. (2007), relataram que inseto-praga *Mahanarva fimbriolata* (Stål, 1854) (Hemiptera: Cercopidae), quando submetido a tratamento com *M. anisopliae* (isolado ESALQ-1037), na concentração de 5×10^{12} apresentaram mortalidade de 48,8 % após 30 dias da aplicação.

Como observado por Silva et al. (2003) isolados de *B. bassiana* linhagem ESALQ 447, em concentrações de 10^6 e 10^8 conídios/mL provocou morte de (58 e 86 %, respectivamente) de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) (Linnaeus, 1797), com um tempo letal registrado de 6,6 dias. Silva e Veiga (1998) reportaram que em tratamentos com o isolado 447 de *B. bassiana* (10^8 conídios/mL), sobre o inseto *Castnia icarus* (Lepidoptera: Castniidae) (Cramer, 1775) constataram um nível de controle que variou em função do tempo decorrido, 24% de mortalidade com 12 dias, e 54% de mortalidade com 15 dias após aplicação do tratamento.

Marques et al. (2001) utilizando o isolado PL 43 de *M. anisopliae* observaram mortalidade de até 70 % de larvas de *Castnia licus*, após 7,5 dias da aplicação do tratamento. Figueirêdo et al. (2002) constataram mortalidade de 80 % de indivíduos de *C. icarus* após serem submetidos a tratamento com *M. anisopliae* (isolado 1172), na concentração de 10^8 conídios/mL, em 7 dias de avaliação. Pereira et al. (2008) com o isolado IBCB 425 de *M.*

anisopliae, na concentração de 20×10^{12} conídios/ml observaram uma mortalidade de 62,03% após 14 dias de aplicação em *Deois flavopicta* (STAL., 1854) (Homoptera: Cercopidae).

Com o passar dos dias eleva-se a mortalidade dos indivíduos, o que possivelmente se deve ao fato dos insetos contaminados transmitirem conídios aos demais, efeito este que é conhecido como transferência horizontal, que é responsável pelo efeito residual dos fungos entomopatogênicos (SILVA et al., 2009). Brito (2006) cita que um maior número de aplicações dos fungos resultará em um maior índice de insetos contaminados podendo ocorrer uma epizootia, aumentando o controle populacional da praga alvo, gerando um menor uso de aplicação de produtos químicos, e uma menor resistência dos indivíduos que virão a invadir a lavoura.

O processo de infecção dos fungos entomopatógenos tem etapas extracuticulares que dependem de fatores abióticos como temperatura, radiação, luz e umidade, além de espécie e linhagem do patógeno e do hospedeiro (FERRON, et al., 1991). Se as condições não são ótimas, a eficiência do patógeno pode diminuir, evitando que ocorra a infecção (VESTERGAARD, et al., 1999). Como relatado por Brown (1976) a influência da umidade é marcante sobre os fungos entomopatogênicos.

A baixa mortalidade dos indivíduos de *D. maidis* pode estar relacionada à baixa umidade relativa (50% UR) observada no local do experimento. Autores relatam que umidade relativa acima de 60% é ideal para que os entomopatógenos esporulem abundantemente, ocasionando uma mortalidade maior e mais rápida dos alvos (POPRAWISKY et al., 1999).

Lazzarini (2005), observou para o fungo *B. bassiana* que em uma umidade relativa de 95,5% houve uma rápida germinação do fungo (16 e 20 horas), já com uma umidade de 90% a 95% a germinação ocorreu em 72 horas, e em uma umidade abaixo de 90% não houve formação do tubo germinativo. Os fungos se desenvolvem abaixo do normal em umidades mais baixas provavelmente por gastarem mais energia na manutenção do equilíbrio osmótico, por isso outras etapas do desenvolvimento do fungo acabam sendo prejudicadas por falta de energia (INCH & TRINCI, 1987).

Como observado pelos autores Fancelli et al. (2004) a diferença de mortalidade relatada entre os diversos estudos pode ser explicada pela variabilidade genética presente nos fungos entomopatogênicos. Fungos da mesma espécie coletados em regiões geográficas diferentes podem apresentar variações em sua carga genética, com isso podem ocorrer diferentes resultados quando se trata da mortalidade de indivíduos onde se é aplicado o controle (ALMEIDA & BATISTA FILHO, 2001).

A não utilização de adjuvantes nos tratamentos pode ter influenciado a baixa mortalidade dos indivíduos. A cutícula dos insetos é hidrofóbica, sendo assim, a mistura dos entomopatógenos com óleos adjuvantes resultaria em maior afinidade com a cutícula do mesmo, permitindo que os conídios alcancem as membranas suscetíveis da região intersegmentar causando a mortalidade mais eficiente dos alvos (PRIOR et al., 1988; ALVES et al., 1998). Porém deve-se atentar para as misturas a serem utilizadas, segundo estudos realizados por Batista Filho et al. (2003), a mistura de adjuvantes com os fungos entomopatógenos *B. bassiana* e *M. anisopliae* causaram diminuição do crescimento e germinação dos mesmos, e apenas os adjuvantes Vixil e Dehydol, tiveram resultados diferentes, não interferindo no crescimento dos fungos.

4. CONCLUSÃO

Estatisticamente houve baixo efeito dos entomopatógenos *B. bassiana* e *M. anisopliae* sobre os indivíduos adultos de *D. maidis*.

Em suma o controle dos adultos de *D. maidis* teve um resultado animador, pois as condições encontradas no campo são parecidas com as condições em que foram realizados os testes, com isto o controle com os entomopatógenos pode ser uma ferramenta complementar no controle de pragas.

Mais estudos devem ser realizados quanto à eficiência dos entomopatógeno e tempo letal, para que se tenha um melhor controle das pragas que acometem as lavouras, sobre quais são as melhores condições de aplicação, formulação e concentração de conídios.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. E. M.; Batista Filho, A. Banco de microrganismos entomopatogênicos. **Revista Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, v. 20, p. 77-86, 2001.

ALVES, R. T.; BATERMAN, R. P.; PRIOR, C. Performance of *Metarhizium anisopliae* formulations with oil adjuvants on *Tenebrio molitor*. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ADJUVANTS FOR AGROCHEMICALS, 5., Memphis. **Proceedings**. v. 1, p. 170-175, 1998.

ALVES, S.B., LEUCONA, R. E. Epizootiologia aplicada ao controle microbiano de insetos. **Controle microbiano de insetos**. Piracicaba. FEALQ, v.2, p. 97-163, 1998.

_____. LOPES, R. B., PAULI, G., MASCARIN, G. M., VIEIRA, S. A. Efeitos de diferentes formulações de *Metarhizium anisopliae* na proteção à radiação e eficiência no controle de *Mahanarva fimbriolata*. **X Simpósio de Controle Biológico**, 30 de julho de 2007, Brasília-DF.

APARICIO, G. A.; RAYGOSA, G. M.; PADILLA, A. B. Efecto de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* sobre chicharrita del maíz (*Dalbulius maidis*) (Delong y Wolcott, 1923) (Hemiptera: Cicadellidae). **Folia Entomológica Mexicana**, v. 44, p. 1-6, 2005.

BALMER, E. DOENÇAS DO MILHO. IN: GALLI, F. Doenças das plantas cultivadas. São Paulo: Agronômica Ceres. **Manual de fitopatologia**, v.27, p. 371- 391, 1980.

BARNES, D. Biología, ecología, y distribución de las chicharritas, *Dalbulus elimatus* (Ball) y *Dalbulus maidis* (DeLong. & Wolcott.). Mexico: **Secretaria de Agricultura y Ganadería**–Oficina de Estudios Especiales, v. 11, 112 p, 1954.

BARROS, C. F. J.; CALADO, G. J. Évora. A cultura do milho. **Departamento de Fitotecnia**, v.1, p. 1-52, 2014.

BATISTA FILHO, A.; ALMEIDA, J. E. M.; CINTRA, E. R. R. Efeito de adjuvantes sobre os fungos entomopatogênicos *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana*. **Instituto Biológico, Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Sanidade Vegetal**, v.70, suplemento 3, p.110-112, 2003.

BRITO, E, S. **Controle microbiano de *Corythaica sp.* e *Conotrachelus psidii* na cultura da goiabeira: Formulações para incrementar a eficiência de *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae***. 2006. Dissertação de mestrado – Centro de Ciências e Tecnologiaa Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte-Fluminense Darcy Ribeiro. Campo dos Goytacazes-RJ. 76p, 2006.

RIBEIRO, J. **Eficiência de controle da cigarrinha-do-milho por dois fungos entomopatogênicos, associados com o indutor de resistência K₂SiO₃, em plantas de *Zea mays* (var. saccharata) sob condições de campo**. Dissertação de mestrado- Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí. 34p, 2018.

BROOME, J.R.; SIKOROWSKI, P.P.; NORMENT, B.R. A mechanism of pathogenicity of *Beauveria bassiana* on the larvae of the imported fire ant, *Solenops richteri*. **Journal of Invertebrate Pathology**, v.28, p. 87-91, 1976.

BROWN, A. D. Microbial water stress. *Bacteriol Rev* 40: 803-846. Chandrasekhara RK, Murthy KSRK 1999. Pesticide resistance and management. **Indian Journal of Plant Protection**, v.27, p. 164-170, 1976.

CLARK, T.B.; KELLEN, W.R.; FUKUDA, T.; LINDEGREN, J.E. Field and laboratory studies of the pathogenicity of the fungus *Beauveria bassiana* to three genera of mosquitoes. **Journal of Invertebrate Pathology**, v.11, p. 1-7, 1968.

CONAB. **Acompanhamento da safra 2021/2022** – Boletim da safra de grãos. [Brasília, DF], jul. 2022. 88 p.

COSTA, A. S.; KITAJIMA, E. W.; ARRUDA, S. C. Moléstias de vírus e de micoplasma no milho em São Paulo. **Revista da sociedade Brasileira de Fitopatologia**, v. 4, p. 39-41, 1971.

COSTA, J. N. M.; SILVA, C. A. da; TEIXEIRA, C. A. D.; SALLET, L. A. P.; ROCHA, R. B.; TELES, B. R. Isolados de *Beauveria bassiana* para o controle biológico da broca-do rizoma-da-bananeira (*Cosmopolites sordidus*, Germar) (Coleoptera: Curculionidae). **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento** 68, v.1, p. 1-18, 2010.

CROCOMO, W. B. **Manejo Integrado de Pragas**. São Paulo: UNESP, 358p, 1990.

CRUZ, C. J.; PEREIRA FILHO, A. I.; ALVARENGA, C. R.; VIANA, H. J.; OLIVEIRA, F. M. de.; SANTANA, P. D. **Manejo da cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. (Embrapa Milho e Sorgo, Comunicado Técnico, 87) 2006.

CRUZ, I. **AVANÇOS E DESAFIOS NO CONTROLE BIOLÓGICO COM PREDADORES E PARASITOIDES NA CULTURA DO MILHO**. Embrapa Milho e Sorgo em anais de..., 2015. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1030705/1/Avancosdesafios.pdf>>. Acesso em: 16 mar. 2022.

EKESI, S. Patogenicidade e atividade antialimentação de hifomicetos entomopatogênicos ao escaravelho do feijão-caupi, *Oothea mutabilis* Shalberg. **Inseto Ciência e sua Aplicação**, v.21, p. 55 – 60, 2001.

EMBRAPA. **Cigarrinha-do-milho: vetor de mollicutes e vírus**. Jun, 2004 Disponível em: <<https://www.embrapa.br/documents/1344498/2767891/cigarrinha-do-milho-vetor-demollicutes-e-virus.pdf/17d847e1-e4f1-4000-9d4f-7b7a0c720fd0>>. Acesso em: 17 mar. 2022.

FANCELLI, M.; DIAS, A. B.; JESUS, S.C.; I., DELALIBERA JÚNIOR; NASCIMENTO, A. S.; SILVA, S. O. **Controle biológico de *Cosmopolites sordidus* (Germ.) (Coleoptera: Curculionidae) pelo fungo *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill.** Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura. 4 p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Comunicado Técnico, 102), 2004.

FERRON, P.; FARGUES, J.; RIBA, G. In Arora DK, Ajello L, Mukerji KG (eds), Fungi as microbial insecticides against pests, Marcel Dekker Inc. **Handbook of applied mycology**, v.1, p. 665-706, 1991.

FIGUEIRÊDO, M. F. S.; MARQUES, E. J.; DE LIMA, R. O. R.; DE OLIVEIRA, J, V. Seleção de isolados de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. e *Metarhizium anisopliae* (Metsch) SOROK. contra a broca gigante da cana-de-açúcar *Castania licus* (Drury) (Lepidoptera: castniidae). **Neotropical Entomology**, v.31, p. 397-403, 2002.

FUXA, J. R. Ecological considerations for the use of entomopathogens in IPM. **Annual Review of Entomology**, v.32, p. 225-251, 1987.

GALINAT, W. C. The origin of corn. In: Sprague, G. F. [Ed.]. Corn and corn improvement. Madison: **American Society of Agronomy**, p. 1-47, 1977.

- INCH, J. M. M.; TRINCI, P. J. Effects of water activity on growth and sporulation of *Paecilomyces farinosus* in liquid and solid media. **Journal of General Microbiology**, v.133, p. 247-252, 1987.
- KITAJIMA, E. W. Lista de publicações sobre viroses e enfermidades correlatas de plantas no Brasil (1986-1993). Brasília, DF: **Sociedade Brasileira de Fitopatologia**, 92p, 1995.
- LAZZARINI, G. M. J. **Efeito da umidade sobre a germinação in vitro de *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* e atividade contra *Triatoma infestans***. 2005. Dissertação (Mestrado em Parasitologia) - Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2005.
- McCARRL, B.A. 1981. Economics of integrated pest management: An interpretive review of the literature. Oregon **Agricultural Experiment Station**. Spec. Rep. 636, 142p, 1981.
- Marín, R. Biología y comportamiento de *Dalbulus maidis* (Homoptera: Cicadellidae). **Revista Peruana de Entomología**, v. 30, p. 113-117, 1987.
- MARQUES, E. J.; MARQUES, I. M. R.; LIMA, R. O. R.; FIGUEIREDO, M. de F. S.; ARAÚJO, E. S.; AUTRAN, E. A. Patogenicidade de isolados de *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana* sobre larvas de *C. licus*, gigante da cana-de-açúcar **Caderno Ômega**,v. 12, p. 17-19, 2001.
- MIRANDA, R. A. de. Uma história de sucesso da civilização. **A Granja**, v. 74, p. 24-27, 2018.
- OLIVEIRA, C. M. de; OLIVEIRA, E. de; CANUTO, M.; CRUZ, I. Eficiência de inseticidas em tratamento de sementes de milho no controle da cigarrinha *Dalbulus maidis* (hemíptera: Cicadellidae) em viveiro telado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 1, p. 231-235, jan./fev, 2008.
- OLIVEIRA, C. M.; SABATO, E. O. (Ed.). **Doenças em milho: insetos-vetores, mollicutes e vírus**. Brasília, DF: Embrapa, 278 p, 2017.
- OUEDRAOGO, R. M, CUSSON, M, GOETTEL, M.S e BRODEUR, J. Inibição do crescimento de fungos em gafanhotos termorreguladores, *Locusta migratoria*, infectados pelo fungo *Metarhizium anisopliae* var. *acridum*. **Journal of Invertebrate Pathology**,v. 82, p. 103 – 109, 2003.
- PATERNIANI, E.; CAMPOS, M. S. Melhoria do milho. In: Borém, A. [Ed] **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, p. 429-485, 1999.
- PEREIRA, M. F. A.; BENEDETTI, R. A. L.; ALMEIDA, J. E. M. Eficiência de *Metarhizium anisopliae* (Metsch) Sorokin no controle de *Deois flavopicta* (Stal.,1854), em pastagem de capim (*Brachiaria decumbens*). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 75, p. 465-469, 2008.

PERFECTO, I. Indirect and direct effects in a tropical agroecosystem: the maize-pest-ant system in Nicaragua. **Ecology**, v. 71, n.6, p. 2125-2134, 1990.

PRIOR, C.; JOLLANDS, P.; LE PATOUREL, G. Infectivity of oil and water formulations of *Beauveria bassiana* (Deuteromycotyna: Hyphomycetes) to the cocoa weevil pest *Pantorhytes plutus* (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of invertebrate pathology**, v. 52, p. 66-72, 1988.

POPRAWSKI, T.J., P.E. PARKER AND J.H. TSAI. Laboratory and field evaluation of hyphomycete insect pathogenic fungi for control of brown citrus aphid (Homoptera:Aphididae). **Environmental Entomology**, v. 28, p. 315-321, 1999.

PICANÇO, C. M. Manejo integrado de pragas. **Apostila entomologia**, Viçosa, v. 2, p. 1-147, 2010.

RIBEIRO, J. Z. **Caracterização dos mecanismos de recombinação nos fungos *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana***. Monografia de Bacharel em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, 2000.

ROBERTS, D.W., CASTILLO, J. M. Bibliography on pathogens of medically important arthropods. **Buletin World Health Organization**, Geneva, v. 58, p. 5-8, 1980.

SILVA, R. B. Q.; VEIGA, A. F. S. L. Patogenicidade de *Beauveria bassiana* (BALS.) e *Metarhizium anisopliae* (METSCH.) SOROK sobre *Castnia icarus* (Cramer, 1775). **Revista de Agricultura**, v.78, p. 120-128, 1998.

SILVA, V. C. A.; BARROS. R.; MARQUES, E. J; TORRES, J. B. Susceptibilidade de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutelidae) aos fungos *Beauveria bassiana* (Bals0 Vuill e *Metarhizium anisopliae* (Mertch.) SOROK. **Neotropical Entomology**, v.32, p. 653-658, 2003.

SILVA, R. G.; GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V.; OLIVEIRA, E. de. 2003. Controle genético da resistência aos enfezamentos do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p. 921- 928, 2017.

SILVA, A. H.; TOSCANO, L. C.; MARUYAMA, W. I.; PEREIRA, M. F. A.; CARDOSO, S. de M. Controle de *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae) DeLong & Walcott (1923) por *Beuveria bassiana* na cultura do milho. **Boletín de Sanidad Vegetal Plagas**, v.35, p. 657-664, 2009.

TOFFANELLI, C. M.; BEDENDO, I. P. Efeito da população infetiva de *Dalbulus maidis* na produção de grãos e no desenvolvimento de sintomas do enfezamento vermelho do milho. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 27, p. 82-86, 2002.

VESTERGAARD, S.; BUTT, T. M.; BRESCIANNI, J.; GILLESPIE A. T.; EILENBERG J. Light and electron microscopy studies, of the infection of the western flower thrips *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) by the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae*. **Journal Invertebrate Pathology**, v. 73, p. 25-33, 1999.

WAQUIL, M. J. **Cigarrinha-do-milho: vetor de mollicutes e vírus**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. (Embrapa Milho e Sorgo, Comunicado Técnico, 41), 2004.

ZIMMERMANN, G. Review on safety of the entomopathogenic fungi *Metarhizium anisopliae*. **Biocontrol Science and Technology**, v. 17, p. 879-920, 2007. A.

ZIMMERMANN, G. Review on safety of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Beauveria brongniartii*. **Biocontrol Science and Technology**, v. 17, p. 553-596, 2007. B.