



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ"  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA DOS SOLOS - LSO  
PROJETANDO AGRICULTURA COMPROMISSADA EM SUSTENTABILIDADE -  
PACES

MARIANA FARIA MIYAZAKI  
MARINA ZUIM ROCHA

***Beauveria bassiana*: controle biológico**

Piracicaba  
2024

MARIANA FARIA MIYAZAKI  
MARINA ZUIM ROCHA

***Beauveria bassiana*: controle biológico**

Revisão bibliográfica apresentada ao grupo de extensão Projetando Agricultura Compromissada com Sustentabilidade (PACES), da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo (USP).

**Orientadores:** Prof. Fernando Dini Andreote e Prof. Moacir Tuzzin de Moraes.

**Coordenadores:** Ana Bordignon e Kaio Pires.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	4
2. CONTROLE DA BROCA DO CAFÉ.....	6
3. CONTROLE DA CIGARRINHA DO MILHO.....	10
4. CONTROLE DA SPODOPTERA FRUGIPERDA.....	13
5. CONTROLE DA MOSCA BRANCA.....	17
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	20
7. RESUMO IBA.....	22
REFERÊNCIAS.....	25

## 1. INTRODUÇÃO

Os fungos entomopatogênicos são aliados no combate às pragas (ROHRIG, 2021). Esses microrganismos podem passar despercebidos na lavoura, porém, atuam como inimigos naturais das pragas, ajudando a combatê-las (ROHRIG, 2021). Eles são capazes de colonizar diversas espécies de pragas, causando a morte de insetos e ácaros (ROHRIG, 2021). Por isso, são conhecidos como biopesticidas ou como inseticidas microbianos (VALLIN, 2022).

Para atacar os seus hospedeiros, segundo Rohrig (2021) e Vallin (2022), os fungos entomopatogênicos segue seis etapas, que são:

- a. Fixação do esporo na parte externa do corpo do inseto;
- b. Germinação das estruturas fúngicas sobre o corpo do inseto. Nessa etapa pode haver produção de toxinas que inibem respostas imunológicas dos insetos, permitindo a sua colonização;
- c. Penetração através da cutícula, na forma de blastosporos, atingindo o interior do corpo do inseto, produzindo um tubo germinativo. Nessa etapa pode haver produção de enzimas extracelulares, como quitinases e proteases, que ajudam a degradar a estrutura corporal do inseto, facilitando sua entrada;
- d. Proliferação dentro do corpo do hospedeiro, formando estruturas de disseminação. Nessa etapa tem a produção da bassianolida, toxina que ajuda na degradação do corpo do inseto;
- e. Crescimento no hospedeiro já morto, recobrando o seu corpo, produzindo conídios, que serão levados pelo vento e pela chuva para espalhar a sua infecção. Nessa etapa, o fungo utiliza da metionina, da aminopeptidase e da catalase para metabolizar os nutrientes liberados pelo inseto.

Antes da formação de estruturas de disseminação e da morte do inseto, os fungos entomopatogênicos afetam os insetos causando epizootias, que são mudanças em seus hábitos alimentares, reduzindo seu peso, o que gera uma lentidão dos movimentos do inseto (ROHRIG, 2021; VALLIN, 2022).

Muitas vezes esses fungos estão naturalmente presentes no campo, porém também são aplicados no campo, por isso, diversos fatores podem interferir na sua capacidade de sobrevivência, propagação e infecção do hospedeiro (ROHRIG, 2021; VALLIN, 2022).

Primeiro é necessário de atentar com as condições climáticas, pois as radiações UV (ultravioletas) podem afetar a sua eficiência, pois pode inativar os esporos dos fungos causando mutações ou danos em seu DNA. Além disso, os fungos preferem climas quentes e úmidos, porém, temperaturas excessivas podem dissecar as estruturas do fungo impedindo a sua germinação, temperaturas entre 23,8°C e 31°C favorecem a sua germinação (ROHRIG, 2021; VALLIN, 2022). Outro ponto importante é em relação a umidade, que é necessária para a infecção, em tempos muito secos, a germinação dos fungos não acontece (ROHRIG, 2021).

Depois, é necessário de atentar com a compatibilidade de moléculas químicas, como inseticidas e fungicidas utilizados no controle químico de pragas, pois os fungos, por serem seres vivos, podem ser sensíveis a esses produtos (ROHRIG, 2021).

Por último, é necessário cuidados com o armazenamento e sua aplicação (ROHRIG, 2021). Os produtos formulados com os fungos entomopatogênicos devem ser armazenados em locais frescos, secos e sem luz para preservar a sua qualidade (ROHRIG, 2021). As pulverizações desses formulados devem ser feitas assim que a praga for identificada, pois sua eficiência aumenta quando ainda está na fase inicial de ataque às lavouras (ROHRIG, 2021).

A *Beauveria bassiana*, também conhecida como fungo branco ou muscardina, devido ao crescimento de micélios com aspecto de mofo branco (coloração esbranquiçada), é uma espécie desses fungos entomopatogênicos (VALLIN, 2022). Ela possui um amplo espectro de ação, ou seja, é capaz de infectar um grande número de pragas, no todo, são relatados mais de 700 insetos-praga que podem ser atacados (SILVA, 2023; VALLIN, 2023). Ela pode ser encontrada naturalmente nos solos e em algumas plantas.

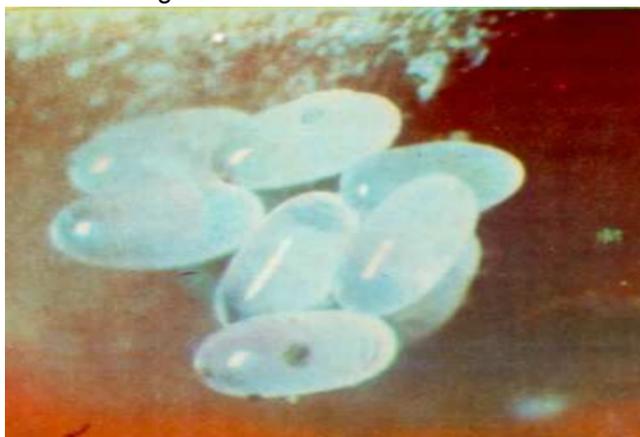
Os principais programas de controle biológico com o fungo *Beauveria bassiana* incluem o controle de pragas em diversas culturas agrícolas, como o controle da broca do café (*Hypothenemus hampei*), da cigarrinha do milho (*Dalbulus maidis*), da lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) e da mosca branca (*Bemisia tabaci*), como veremos neste trabalho.

## 2. CONTROLE DA BROCA DO CAFÉ

Uma das principais pragas do café, encontrada em todas as regiões produtoras de café do mundo, é a broca-do-café (*Hypothenemus hampei*), podendo ter redução de até 20% no peso dos grãos de café (LAURENTINO & COSTA, 2004). A praga foi introduzida em São Paulo (SP) por volta do ano de 1913, em sementes de café importadas da África e da Ilha de Java e partir de 1924 já foram observados os primeiros frutos brocados, se espalhando por todo o país (LAURENTINO & COSTA, 2004).

A broca sofre metamorfose completa, ou seja, passa pelas fases de ovo, larva, pupa e adulto, sendo que desde a postura até a emergência do adulto, seu ciclo dura de 27 a 30 dias (LAURENTINO & COSTA, 2004). Os ovos são depositados dentro do grão do café e são brancos, elípticos, com brilho leitoso e pequenos, com tamanhos de 0,5 a 0,8 mm, como mostra a figura 1. Inicialmente a fêmea coloca dois ovos por dia, depois esse número reduz para um ovo por dia e posteriormente um ovo a cada dois dias, conforme sua idade e coloca 75 ovos durante toda a sua vida (LAURENTINO & COSTA, 2004).

Figura 1. Ovos da broca-do-café

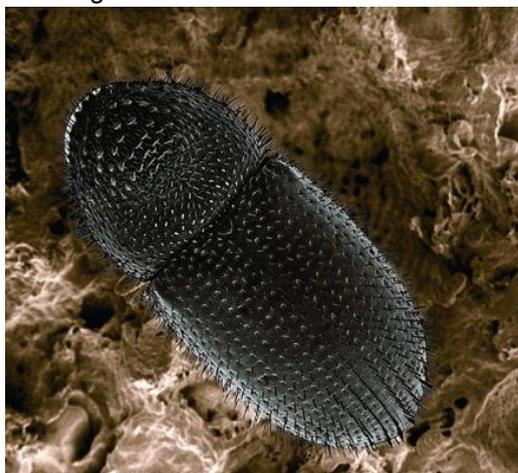


Fonte: Laurentino & Costa (2004).

As larvas nascem após quatro a dez dias da postura, com comprimento de 0,72 a 0,84 mm. Quando estão em pleno crescimento, as larvas degradam as partículas da semente, que perdem quase totalmente o seu peso (LAURENTINO & COSTA, 2004). No interior da semente, a larva se desenvolve e torna-se pupa, fase essa que não se alimenta (LAURENTINO & COSTA). Os adultos são pequenos besouros que possuem coloração preta, sendo que as fêmeas possuem asas, pelas

quais vão voar para outros frutos e vivem cerca de 156 dias, e os machos não possuem e permanecem no grão onde foi originado, onde vivem 40 dias (LAURENTINO & COSTA, 2004).

Figura 2. Adulto da broca-do-café



Fonte: Sem autor [s.d].

Em um estudo realizado por Santinato *et al.* (2017), “*Beauveria bassiana* koopert aplicada em lavoura de café, na ausência de fungicidas, para controle da broca do café, nas condições de sul e Minas e Cerrado”, foi a eficácia do fungo contra a broca, sem a utilização de fungicidas. O estudo foi conduzido em dois locais, o primeiro no Campo Experimental Francisco Pinheiro Campos em Patos de Minas (MG), com a cultivar Catuaí Vermelho IAC 144. E o segundo na Fazenda Ecossistema em São Pedro da União (MG), com a cultivar Catuaí Vermelho IAC 144 (SANTINATO *et al.*, 2017).

No estudo, foi analisado o produto Boveril, da koopert, em diferentes doses, sendo 0,5 e 1,0 kg/ha com duas e três repetições e 2,0 kg/ha com uma única aplicação, além de uma testemunha para basear os resultados (SANTINATO *et al.*, 2017).

Tabela 1. Frutos brocados em função dos tratamentos após 30, 60 e 90 dias de aplicação de Boveril, em Patos de Minas (MG), onde FB é frutos brocados e FBV é fruto brocados com broca viva

Tratamentos	Dose	DAA					
		30		60		90	
		ml	FB	FBV	FB	FBV	FB
Testemunha	-	6,75	4,0	9,5	5,0	11,0	7,0
Boveril	500 x 2	2,25	0,75	3,0	1,75	5,5	3,25
Boveril	500 x 3	1,5	0,5	1,75	1,0	2,25	2,0
Boveril	1000 x 2	2,0	1,25	3,25	1,5	4,25	3,5
Boveril	1000 x 3	0,75	0,25	0,75	0,5	1,5	1,75
Boveril	2000 x 3	1,25	0,0	2,0	1,5	5,75	3,5

Fonte: adaptado de Santinato *et al.* (2004).

Fica evidente que na primeira avaliação, com 30 dias, todos os tratamentos foram satisfatórios, porém na segunda e na terceira avaliação, 60 e 90 dias respectivamente, a dose de única de 2 kg/ha perdeu eficiência, não sendo recomendada (SANTINATO *et al.*, 2004). Além disso, os tratamentos que optaram por duas aplicações não foram suficientes para conter a infecção, porém os tratamentos com três aplicações, tanto de 0,5 kg/ha como de 1,0 kg/ha foram suficientes (SANTINATO *et al.*, 2004).

Tabela 2. Frutos brocados em função dos tratamentos após 30, 60, 90 e 120 dias de aplicação de Boveril, em São Pedro da União (MG), onde FB é frutos brocados e FBV é fruto brocados com broca viva

Tratamento	Dose	DAA					
		30		60		90	
		ml	FB	FBV	FB	FBV	FB
Testemunha	-	10,0	3,5	13,25	5,25	14,18	5,39
Boveril	500 x 2	7,25	1,25	10,75	2,25	11,0	2,49
Boveril	500 x 3	7,25	1,0	12,5	2,5	13,95	2,57
Boveril	1000 x 2	10,0	1,75	17,25	3,75	19,55	3,59
Boveril	1000 x 3	9,5	2,25	10,0	2,0	11,61	2,29
Boveril	2000 x 3	12,75	4,25	11,5	4,25	19,25	4,24

Fonte: adaptado de Santinato *et al.* (2004).

Para o segundo local de avaliação, fica evidente que, para os dois parâmetros avaliados, foi eficiente para os tratamentos testados, com exceção do tratamento

com duas aplicações de de 1,0 kg/ha para frutos brocados, que não conteve a infecção e a dose única de 2,0 kg/ha permaneceu não sendo recomendada (SANTINATO *et al.*, 2004).

Em ambas localidades, a utilização da *Beauveria bassiana*, quando aplicado em três aplicações seguidas, tanto na dose de 0,5 quanto de 1,0 kg/ha, em lavoura de café que não utilizou ao longo do ano aplicações de fungicida, apresentou elevada eficácia no controle da praga (SANTINATO *et al.*, 2004). Além disso, os autores recomendam a utilização do fungo em associação com químicos para controle da broca, principalmente por este o biológico apresenta uma longa ação residual, fato que os químicos não apresentam (SANTINATO *et al.*, 2004).

Collares (2005), pesquisa da EMBRAPA, afirma que “O fungo *beauveria bassiana* é um dos principais predadores da broca. O fungo infecta a broca e age antes da penetração da praga no grão de café. A técnica, em algumas situações, é a única alternativa para otimizar a produção e a produtividade de cafés especiais, como o orgânico. A maior vantagem é a forma de controle utilizado, sem a utilização de agrotóxicos.”.

### 3. CONTROLE DA CIGARRINHA DO MILHO

A cultura do milho pode ser atacada por diversos insetos-praga, porém atualmente, a cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*) é considerada praga chave da cultura pela transmissão de patógenos responsáveis por algumas doenças de importância (ÁVILA *et al.*, 2021). Essas doenças, responsáveis por até 70% da perda de produtividade do milho, são causadas por mollicutes e vírus sendo elas o enfezamento vermelho, enfezamento branco e o raiado fino, todas sendo transmitidas de forma persistente pela cigarrinha (ÁVILA *et al.*, 2021; OLIVEIRA, 2020).

A cigarrinha-do-milho é um inseto ágil, apresenta coloração amarelo-palha, medem de 3,7 a 4,3 mm de comprimento e tem duas manchas circulares negras na parte dorsal cabeça, que facilita a sua identificação (ÁVILA *et al.*, 2021; OLIVEIRA, 2020). Ela se movimenta lateralmente nas plantas do milho e pode ser encontrada, preferencialmente, no cartucho do milho, como mostra a figura 3.

Figura 3. Adultos da cigarrinha presentes no cartucho do milho



Fonte: Tikami (2021).

Seu ciclo da cigarrinha, de ovo até adulto, tem em torno de 25 dias, e a longevidade do adulto em média é de 50 dias, podendo chegar a 110 dias e cada fêmea consegue colocar de 400 a 600 ovos (ÁVILA *et al.*, 2021; OLIVEIRA, 2020). O período embrionário é de cerca de 8 dias e a fase de ninfa tem duração média de 17 dias (ÁVILA *et al.*, 2021).

É durante a sua alimentação, pela introdução de seu aparelho bucal diretamente no floema da planta, que a cigarrinha adquire os patógenos que posteriormente transmitirá a outras plantas (TIKAMI, 2021). O inseto consegue

sobreviver em plantas de milho tiguera e em cultivos de milho em áreas vizinhas, o que pode alcançar por migração (TIKAMI, 2021).

Em um estudo realizado por Silva et al. (2009), “controle de *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae) Delong & Wolcott (1923) por *Beauveria bassiana* na cultura do milho”, foi feito com objetivo de testar o potencial do fungo como controle da cigarrinha do milho. Nele, foram feitos 4 tratamentos com diferentes concentrações de conídios do fungo, sendo  $1 \times 10^{12}$ ,  $2 \times 10^{12}$ ,  $4 \times 10^{12}$  e  $8 \times 10^{12}$  de conídios viáveis por hectare, além da presença de uma testemunha para avaliar os efeitos (SILVA et al., 2009). As cigarrinhas foram coletadas, ninfas e adultas, previamente a aplicação dos fungos e aos 5, 10 e 15 DAA (dias após a aplicação) (SILVA et al., 2009).

Tabela 3. Número total de cigarrinhas e porcentagem de eficiência de *B.bassiana* na safra aos 5, 10 e 15 DAA

Tratamento	5 DAA		10 DAA		15 DAA	
	Total	% EF	Total	% EF	Total	% EF
<b>B. bassiana (<math>1 \times 10^{12}</math>)</b>	17	33	27	-	43	-
<b>B. bassiana (<math>2 \times 10^{12}</math>)</b>	16	38	24	-	28	35
<b>B. bassiana (<math>4 \times 10^{12}</math>)</b>	20	23	14	18	33	23
<b>B. bassiana (<math>8 \times 10^{12}</math>)</b>	13	50	25	-	74	-
<b>Testemunha</b>	26	-	17	-	43	-

Fonte: Silva et al. (2009).

No experimento, foi possível observar que a eficiência de controle foi dependente das doses de conídios utilizados. Na primeira observação, aos 5 dias após aplicação, todos os tratamentos apresentaram eficácia, sendo o de maior concentração ( $8 \times 10^{12}$ ) com maior eficiência, porém, não se manteve nas duas outras coletas, provavelmente porque as cigarrinhas mortas podem ter migrado para outra área (SILVA et al., 2009). Na segunda, apenas o tratamento com concentração de  $4 \times 10^{12}$  apresentou eficácia e na terceira, os tratamentos com  $2 \times 10^{12}$  e  $4 \times 10^{12}$  foram bem sucedidos (SILVA et al., 2009).

Os autores realizaram outra aplicação, dessa vez na safrinha, nas mesmas concentrações nos mesmos dias avaliados, e constataram que todos os tratamentos aumentaram sua eficiência tanto com duas aplicações, isso porque provavelmente na safra já existiam cigarrinhas na área que não estavam controladas (SILVA et al.,

2009). Mas de forma geral, o fungo teve sucesso no controle e os autores acreditam que com a persistência a longo prazo do fungo, esse poderá ser capaz de reduzir drasticamente a ocorrência da cigarrinha (SILVA *et al.*, 2009).

Figura 4. Adulto da cigarrinha-do-milho infectada pelo fungo *Beauveria bassiana*



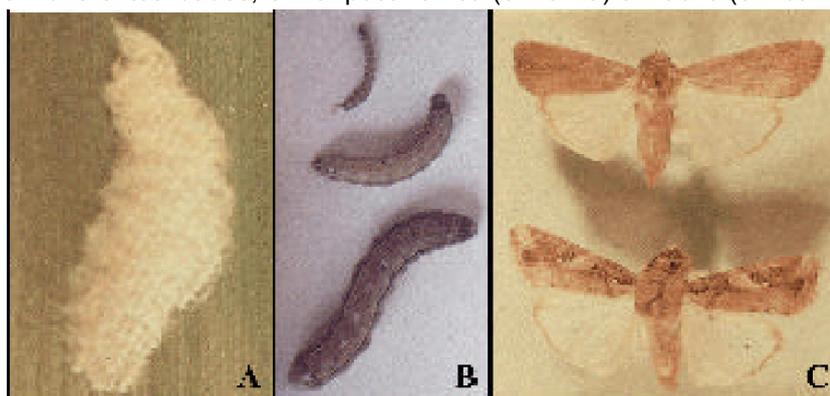
Fonte: Silva *et al.* (2009).

#### 4. CONTROLE DA *SPODOPTERA FRUGIPERDA*

No Brasil, a cultura do milho tem como principal praga a *Spodoptera frugiperda*, denominada lagarta-do-cartucho. Estima-se prejuízos de 400 milhões de dólares anuais causados por esse inseto. As reduções no rendimento do milho decorrentes chegam a 37%, a depender da fase de desenvolvimento da planta em que ocorre o ataque, sendo as plantas no estágio de oito a dez folhas as mais sensíveis (CRUZ, 2000).

A fêmea da *Spodoptera frugiperda* coloca seus ovos nas folhas do milho (Figura 5), de modo que as larvas de primeiro ínstar iniciam sua alimentação nos tecidos verdes de um lado da folha, causando o sintoma de “folhas raspadas”. Larvas maiores, entre o quarto e o sexto ínstares (oito a quatorze dias), começam a fazer buracos na folha, podendo destruir completamente pequenas plantas ou causar severos danos em plantas maiores. Também, a lagarta pode se alimentar na base do colmo, causando o sintoma conhecido como “coração morto”, podendo ocasionar a morte ou o perfilhamento da planta. Frequentemente, em milho precoce e/ou infestações tardias, a larva desenvolvida se direciona para a espiga, atacando o pedúnculo e impedindo a formação dos grãos (CARNEIRO *et al*, 2004).

Figura 5. Fases de desenvolvimento da *Spodoptera frugiperda*: (a) Posturas em folhas de milho; (b) Lagartas em diferentes idades; © mariposa fêmea (em cima) e macho (em baixo)



Fonte: Carneiro *et al* (2020).

Dessa forma, o controle de *S. frugiperda* na cultura do milho é bastante intenso, baseado em produtos químicos desde os primeiros sintomas de danos na cultura. No entanto, o surgimento de problemas a partir do uso excessivo de químicos, como desenvolvimento de resistência e redução da população de inimigos naturais, impulsionou a adoção de medidas de controle mais ecológicas. Nesse

sentido, o fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* surgiu como uma alternativa para o controle da lagarta-do-cartucho (CRUZ, 2000).

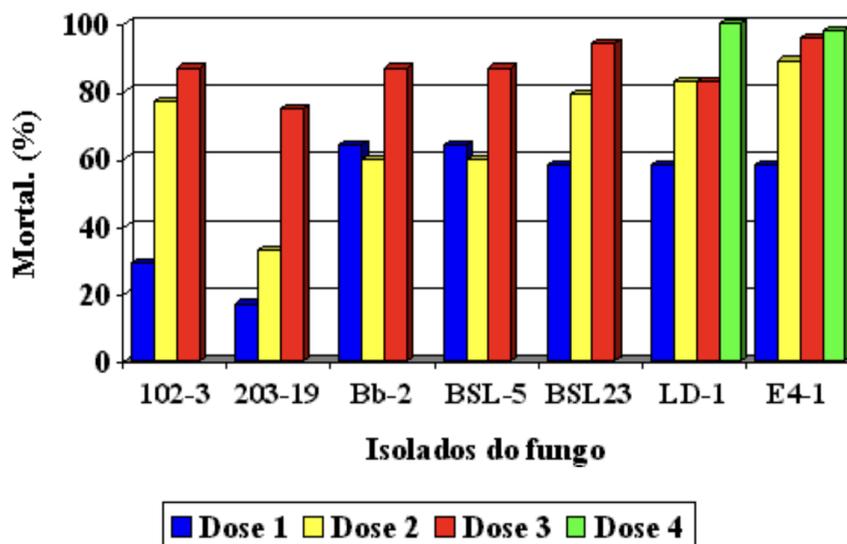
Dentre as colônias isoladas dos diversos fungos coletados em campo, algumas mostraram-se morfológicamente idênticas, enquanto outras apresentaram um fenótipo distinto. As variações fenotípicas frequentemente estão correlacionadas com as variações genotípicas, exceto em casos quando o fenótipo é determinado por condições ambientais.

O quanto esses agentes podem contribuir para o manejo de pragas depende de sua disponibilidade, virulência e patogenicidade para o hospedeiro (HAJEK, 1954). Dessa forma, para avaliar o potencial dos inóculos do fungo encontrados no Brasil no controle da lagarta, Cruz *et al* (2000), buscou identificar isolados de *B. bassiana* potencialmente virulentos para o controle da *S. frugiperda*.

No experimento de Cruz *et al* (2000), foram avaliados oito tratamentos, sendo sete isolados de *B. Bassiana* (102-3; 203-19; Bd-2; BSL-5; BSL-23; Ld-1; E4-1) e um tratamento, cultivados à 25° C em meio BDA (Batata Dextrose Agar), nas concentrações de  $1,0 \times 10^7$ ,  $1,0 \times 10^8$ ,  $1,0 \times 10^9$  e  $1,0 \times 10^{10}$  conídios/ml. Foram feitas seis repetições, cada uma com oito lagartas de três dias de idade.

Discos de 1,5 cm de diâmetro foram retirados de folhas de milho devidamente higienizadas, imersos nas suspensões de conídios e posteriormente oferecidos às lagartas durante 24h. Após esse período, os discos foliares foram substituídos por dieta artificial. As avaliações acerca da mortalidade dos insetos foram realizadas diariamente, por cerca de dez dias. A média dos resultados observados estão registradas no gráfico a seguir.

Figura 6. Mortalidade média (%) de *S. frugiperda* sujeitas a isolados da *B. bassiana* nas doses de  $10^7$  (1),  $10^8$  (2),  $10^9$  (3) e  $10^{10}$  (4).

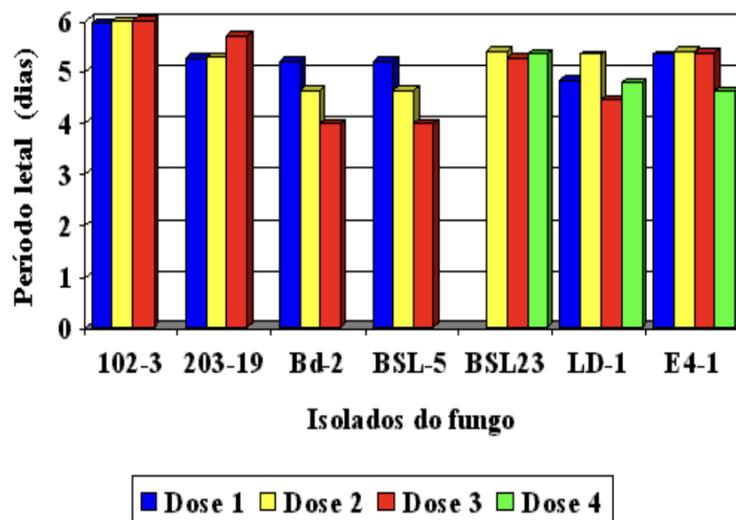


Fonte: Cruz *et al* (2000).

A partir do estudo, observou-se que a menor concentração utilizada, de  $10^7$  conídios/ml, ocasionou uma mortalidade da praga abaixo de 30% para os isolados 102-3 e 203-19, enquanto para os demais uma média entre 58 e 65%. Já nas doses mais altas, de  $10^9$  conídios/ml, a mortalidade foi de no mínimo 80% para os isolados, com exceção do 203-18, que não foi eficiente no controle da lagarta. Sendo assim, para os isolados do fungo que se mostraram potencialmente virulentos, a mortalidade das lagartas aumentou em função da concentração da *Beauveria*.

Os resultados do experimento, portanto, indicam a possibilidade do uso da *Beauveria bassiana* como uma alternativa para o controle biológico de *S. frugiperda* na cultura de milho no Brasil. Além disso, evidenciou-se o tempo médio para a mortalidade das lagartas após a inoculação do fungo, que variou de 3,97 a 5,00 dias.

Figura 7. Período letal médio de lagartas de *S. frugiperda*, sujeitas a isolados de *B. bassiana* nas doses de  $10^7$  (1),  $10^8$  (2),  $10^9$  (3) e  $10^{10}$  (4)



Fonte: Cruz *et al* (2000).

Por fim, tem-se que o uso de *B. bassiana* no biocontrole da lagarta-do-cartucho afeta positivamente na produtividade do milho e possibilita a redução no uso de inseticidas que, por sua vez, melhora a qualidade dos alimentícia e reduz o impacto ambiental e à saúde humana e animal. Ainda, tem-se a redução dos custos de produção para o produtor (CARNEIRO *et al*, 2004).

Um exemplo de produto utilizado no controle de *S. frugiperda* é o Boveria-Turbo SC, deve ser aplicado 4 vezes em intervalos de 10 dias, a aplicação deve ocorrer via foliar no início da infestação. Recomenda-se a adição de adjuvante à calda de pulverização, essa calda deve ter volume de 200L/ha.

## 5. CONTROLE DA MOSCA BRANCA

A Mosca Branca (*Bemisia tabaci*) é um inseto praga que tem aumentado em importância nos últimos anos. Essa praga tem a capacidade de ocasionar danos diretos devido a sua alimentação diretamente do floema, debilitando a planta, além de ocasionar danos indiretos por meio da excreção açucarada de *honeydew* que favorece o desenvolvimento do fungo *Capnodium* (fumagina), o efeito desta é impedir as trocas gasosas, afetando a capacidade fotossintética e consequentemente diminuindo a produção (SOUZA, *et al.*, 2022).

Algumas características desse inseto é ser altamente polífago e invasivo, tendo como hospedeiro mais de 1000 espécies de plantas e transmitindo mais de 300 viroses. Essa praga é muito afetada pelas condições atmosféricas, sabe-se que as temperaturas adequadas para o desenvolvimento ninfal, deposição dos ovos e sucesso reprodutivo ocorre entre 27° e 35° C, e também que a ocorrência de chuva e umidade desfavorece a Mosca Branca, pois, a ação mecânica das gotas as afetam e a umidade favorece o aumento da população de predadores, parasitóides e fungos entomopatogênicos (SILVA *et al.*, 2017).

Além disso, *B. tabaci* apresenta seis estádios: ovo, quatro instares, ninfas e adultos. Os estádios ninfais apresentam uma morfologia padrão, sendo ovais e achatados dorsoventralmente. O primeiro instar apresenta a característica de ser móvel, enquanto nos outros três ela tem comportamento imóvel, no quarto instar ocorre a formação da cutícula adulta, sua pigmentação fica amarelada e os olhos vermelhos. Passando para a fase adulta as asas da *B. tabaci* são cobertas com uma substância cerosa branca, apresentam dimorfismo sexual onde as fêmeas são maiores que os machos (SOUZA, *et al.*, 2022).

Dessa forma, o ataque da *B. tabaci* no Brasil hoje causa problemas nas culturas do algodoeiro, feijoeiro, soja, tomateiro e hortaliças. Atualmente, o principal método de controle é o controle químico, entretanto, observa-se a alta complexidade de controlar essa praga, haja vista que, poucos modos de ação apresentam efeito de controle satisfatório, o que se torna preocupante pelo perigo de selecionamento de indivíduos resistentes a esses poucos ingredientes ativos (SILVA *et al.*, 2017).

Diante do problema exposto se faz necessário a utilização do Manejo Integrado de Pragas (MIP), frente a isso o uso de fungos entomopatogênicos, mais especificamente da *Beauveria bassiana*, é uma boa opção ao manejo dessa praga.

O uso de fungo para o controle requer a pulverização do mesmo sobre a população do inseto, em culturas anuais ocorre a demanda pelo controle por meio de intervenções inundativas de fungos, com pulverizações constantes e de altas doses. Esse fungo é capaz de controlar a *B. tabaci* mesmo sem as condições ideais de umidade requeridas pelas epizootias naturais (SOUZA, *et al.*, 2022).

Ademais, o período ninfal é o ideal para o controle de *B. tabaci* pela *B. bassiana*, sendo o 2º e 3º instar os mais suscetíveis. Os entomopatógenos são de fácil aplicação, necessitando de uma boa cobertura na face abaxial das plantas, onde há maior incidência de fungos entomopatogênicos (SOUZA, *et al.*, 2022).

Assim sendo, visando verificar e comparar a eficiência do controle de *B. tabaci* a partir do fungo *B. bassiana* Bertolucci (2018) conduziu um experimento onde foi comparado o controle biológico e o controle a partir produtos como óleo de nim e óleo de laranja na cultura da couve. Foram realizadas três aplicações dos produtos com intervalo de sete dias entre elas, as avaliações foram feitas 24 horas após cada aplicação.

A infestação das plantas por mosca branca se deu de forma natural, e vinte dias após o transplântio das mudas para os vasos estas foram cobertas por gaiolas revestidas de tecido voil, garantindo assim a permanência dos insetos. Foi realizada a contagem de ninfas e adultos antes da aplicação dos tratamentos e 24 horas após cada aplicação, contando-se o número de insetos vivos. As avaliações se repetiram durante três semanas. No ensaio com insetos adultos, a contagem de *B. tabaci* se deu na terceira folha, localizada no terço médio da planta (BERTOLUCCI, 2018).

Os tratamentos utilizados foram, tratamento 1 Bioactive Plus Ad 2 + 1 ml/200ml (ésteres de ácido graxo com glicerol); tratamento 2 Bioactive Plus C 8055+ 1ml/200ml; tratamento 3 boveril 0,25 g/200ml (*B. bassiana*); Tratamento 4 Bioactive 1ml/200ml (ésteres de ácido graxo com glicerol); Komus 1 ml/200ml (extrato cítrico (20%) + cloreto de manganês (0,2%)); tratamento 5 testemunha (água +adjuvante) (BERTOLUCCI, 2018).

Tabela 4. E% eficácia dos tratamentos sobre ninfas de *B. tabaci*

Tratamentos	E% 1ª aplicação	E% 2ª aplicação	E% 3ª aplicação
Bioactive Plus Ad 2 +	42,43	65,00	44,83
Bioactive Plus C 8055 +	30,30	62,50	48,28
Boveril	51,52	55,00	68,97
Bioactive	81,82	70,00	86,20
Testemunha	0	0	0

Fonte: adaptado de Bertolucci (2018).

Desse modo, Bertolucci (2018) chegou às seguintes conclusões: o produto boveril pode apresentar resultado satisfatório quanto ao controle de ninfas de *B. tabaci* com mais de 50% de eficiência em todas as aplicações, ademais, tratamentos com ésteres de ácidos graxos e extratos cítricos se mostraram efetivos e eles tem como principal composto o limoneno o qual atua como inseticida de contato sobre os nervos sensoriais.

O Boveril produto utilizado para *B. tabaci* tem como dose recomendada 0,5 kg/ha do produto comercial (equivalente a  $0,75 \times 10^{12}$  conídios/ha), onde deve ser aplicado 4 vezes por ciclo da cultura em intervalos de 14 dias a umidade relativa de 70%, importante salientar que não deve ser realizado mais de 4 aplicações.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a crescente demanda por defensivos agrícolas nas lavouras, vêm se discutindo mais sobre as resistências selecionadas das pragas as moléculas químicas (ROHRIG, 2021). Anualmente, o número de casos de insetos e patógenos resistentes às moléculas aumenta, preocupando técnicos e produtores (ROHRIG, 2021). Portanto, utilizar os microrganismos com potencial de controle sobre essas pragas, como os fungos entomopatogênicos, têm se tornado uma alternativa interessante, por ter um menor custo, uma boa eficiência e gerar menos impactos ambientais (ROHRIG, 2021).

O primeiro caso avaliado neste trabalho foi do controle da broca-do-café (*Hypothenemus hampei*) pelo fungo *B. bassiana*. No estudo avaliado foi possível constatar que três doses do produto comercial Boveril foi eficiente e conseguiu controlar a broca, o que é promissor pois há crescentes casos da praga em todas as regiões produtoras de café do país e do mundo, sendo uma alternativa viável ao uso de moléculas químicas.

No segundo caso, foi avaliado o controle da cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*), onde no estudo avaliado, foi constatado que a eficiência de controle do fungo *B. bassiana* aumenta quando aplicada o mais cedo possível na lavoura e com aplicações consecutivas. A cigarrinha-do-milho possui caráter migratório, o que dificulta a avaliação da quantidade efetivamente morta, porém, o fungo apresentou sucesso no controle.

Em um terceiro momento, analisou-se a eficiência da *B. bassiana* no controle de *S. frugiperda* a qual se fez eficiente na concentração, de  $10^7$  conídios/ml, a qual ocasionou uma mortalidade da praga abaixo de 30%, enquanto para as doses médias uma mortalidade entre 58 e 65%. Já nas doses mais altas, de  $10^9$  conídios/ml, a mortalidade foi de no mínimo 80%. Além disso, evidenciou-se o tempo médio para a mortalidade das lagartas após a inoculação do fungo, que variou de 3,97 a 5,00 dias. Portanto, para os isolados do fungo que se mostraram potencialmente virulentos, a mortalidade das lagartas aumentou em função da concentração da *Beauveria*.

No caso da *B. tabaci* Bertolucci (2018) estudou a efetividade do controle biológico da mosca a partir da *B. bassiana* e de óleos de nim e laranja na cultura da couve. Assim, verificou-se boveril atingiu resultado satisfatório nas fases de ninfa

com mais de 50% de eficiência em todas as aplicações, do mesmo modo os ésteres de ácidos graxos, que tem como princípio ativo o limoneno, atingiram níveis satisfatórios de controle no estágio ninfal.

## 7. RESUMO IBA

Este trabalho foi realizado com intuito de averiguar a eficiência de controle de doenças de importância econômica com o fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana*, como alternativa aos produtos químicos, que muitas vezes, tem apresentado dificuldades em controlar estes insetos.

Os fungos entomopatogênicos são aliados no combate às pragas (ROHRIG, 2021). Esses microrganismos podem passar despercebidos na lavoura, porém, atuam como inimigos naturais das pragas, ajudando a combatê-las (ROHRIG, 2021). Eles são capazes de colonizar diversas espécies de pragas, causando a morte de insetos e ácaros (ROHRIG, 2021). Por isso, são conhecidos como biopesticidas ou como inseticidas microbianos (VALLIN, 2022).

Muitas vezes esses fungos estão naturalmente presentes no campo, porém também são aplicados no campo, por isso, diversos fatores podem interferir na sua capacidade de sobrevivência, propagação e infecção do hospedeiro (ROHRIG, 2021; VALLIN, 2022).

A *Beauveria bassiana*, também conhecida como fungo branco ou muscardina, devido ao crescimento de micélios com aspecto de mofo branco (coloração esbranquiçada), é uma espécie desses fungos entomopatogênicos (VALLIN, 2022). Ela possui um amplo espectro de ação, ou seja, é capaz de infectar um grande número de pragas, no todo, são relatados mais de 700 insetos-praga que podem ser atacados (SILVA, 2023; VALLIN, 2023). Ela pode ser encontrada naturalmente nos solos e em algumas plantas.

Uma das principais pragas do café, encontrada em todas as regiões produtoras de café do mundo, é a broca-do-café (*Hypothenemus hampei*), podendo ter redução de até 20% no peso dos grãos de café (LAURENTINO & COSTA, 2004). Em um estudo realizado por Santinato *et al.* (2017), "*Beauveria bassiana* koopert aplicada em lavoura de café, na ausência de fungicidas, para controle da broca do café, nas condições de sul e Minas e Cerrado". No estudo, a utilização da *Beauveria bassiana*, quando aplicado em três aplicações seguidas, tanto na dose de 0,5 quanto de 1,0 kg/ha, em lavoura de café que não utilizou ao longo do ano aplicações de fungicida, apresentou elevada eficácia no controle da praga (SANTINATO *et al.*, 2004). Além disso, os autores recomendam a utilização do fungo em associação com químicos para controle da broca, principalmente por este o biológico apresenta

uma longa ação residual, fato que os químicos não apresentam (SANTINATO *et al.*, 2004).

A cultura do milho pode ser atacada por diversos insetos-praga, porém atualmente, a cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*) é considerada praga chave da cultura pela transmissão de patógenos responsáveis por algumas doenças de importância (ÁVILA *et al.*, 2021). Essas doenças, responsáveis por até 70% da perda de produtividade do milho, são causadas por mollicutes e vírus sendo elas o enfezamento vermelho, enfezamento branco e o raiado fino, todas sendo transmitidas de forma persistente pela cigarrinha (ÁVILA *et al.*, 2021; PESTANA, 2020).

Em um estudo realizado por Silva *et al.* (2009), “controle de *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae) DeLong & Wolcott (1923) por *Beauveria bassiana* na cultura do milho”, foi feito com objetivo de testar o potencial do fungo como controle da cigarrinha do milho. Nele, foram feitos 4 tratamentos com diferentes concentrações de conídios do fungo, sendo  $1 \times 10^{12}$ ,  $2 \times 10^{12}$ ,  $4 \times 10^{12}$  e  $8 \times 10^{12}$  de conídios viáveis por hectare, além da presença de uma testemunha para avaliar os efeitos (SILVA *et al.*, 2009). As cigarrinhas foram coletadas, ninfas e adultas, previamente a aplicação dos fungos e aos 5, 10 e 15 DAA (dias após a aplicação) (SILVA *et al.*, 2009).

Os autores realizaram outra aplicação, dessa vez na safrinha, nas mesmas concentrações nos mesmos dias avaliados, e constataram que todos os tratamentos aumentaram sua eficiência tanto com duas aplicações, isso porque provavelmente na safra já existiam cigarrinhas na área que não estavam controladas (SILVA *et al.*, 2009). Mas de forma geral, o fungo teve sucesso no controle e os autores acreditam que com a persistência a longo prazo do fungo, esse poderá ser capaz de reduzir drasticamente a ocorrência da cigarrinha (SILVA *et al.*, 2009).

Foi verificado que para o controle de *S. frugiperda* a menor concentração utilizada, de  $10^7$  conídios/ml, ocasionou uma mortalidade da praga abaixo de 30%, enquanto para os demais uma média entre 58 e 65%. Já nas doses mais altas, de  $10^9$  conídios/ml, a mortalidade foi de no mínimo 80%. Além disso, evidenciou-se o tempo médio para a mortalidade das lagartas após a inoculação do fungo, que variou de 3,97 a 5,00 dias. Portanto, para os isolados do fungo que se mostraram potencialmente virulentos, a mortalidade das lagartas aumentou em função da concentração da *Beauveria*.

No caso da *B. tabaci* Bertolucci (2018) estudou a efetividade do controle biológico da mosca a partir da *B. bassiana* e de óleos de nim e laranja na cultura da couve. Assim, verificou-se boveril atingiu resultado satisfatório nas fases de ninfa com mais de 50% de eficiência em todas as aplicações, do mesmo modo os ésteres de ácidos graxos, que tem como princípio ativo o limoneno, atingiram níveis satisfatórios de controle no estágio ninfal.

## REFERÊNCIAS

ÁVILA, C. J. de; OLIVEIRA, C. M.; MOREIRA, S. C. da; BIANCO, R.; TAMAI, M. A. **A cigarrinha *Dalbulus maidis* e os enfezamentos do milho no Brasil**. 2021

BERTOLUCCI, Roseneide. **Métodos de controle alternativos de Mosca Branca na cultura da Couve**. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2018.

CARNEIRO, A. A. **Caracterização Molecular de Fungos Entomopatogênicos Utilizados no Controle Biológico de Pragas do Milho - *Beauveria bassiana* versus *Spodoptera frugiperda***. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2004.

COLLARES, D. **Prosa Rural - Controle biológico da broca-do-café**. Embrapa. Rondônia, 2005.

CRUZ, I. *et al.* **EFEITO DE DIFERENTES ISOLADOS DO FUNGO BEAUVERIA BASSIANA SOBRE LAGARTAS DE SPODOPTERA FRUGIPERDA**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2000.

HAJEK, A. E.; LEGER, R. J. **Interactions between fungal pathogens and insect hosts**. *Ann. Rev. Entomol.*, v.39, p.293-322, 1994.

LAURENTINO, E.; COSTA, J. N. M. **Descrição e caracterização biológica da broca-do-café (*Hypothenemus hampei*, Ferrari 1867) no Estado de Rondônia**. Embrapa. Porto Velho, 2004.

OLIVEIRA, U. P. **Cigarrinha-do-milho: quais os danos para a cultura e como fazer seu controle**. Sementes biomatrix, 2020.

ROHRIG, B. **Fungos entomopatogênicos no controle de pragas: o que são e como utilizá-los na lavoura**. Aegro, 2021.

SANTINATO, R.; SANTINATO, F.; ECKHARDT, C. F.; GONÇALVES, V. A.; CORSINI, P. R. ***Beauveria bassiana* koopert aplicada em lavoura de café, na ausência de**

**fungicidas, para controle da broca do café, nas condições de sul de Minas e cerrado.** 2017.

Sem autor. **Broca do café.** Agrolink, [s.d]. Disponível em: [https://www.agrolink.com.br/problemas/broca-do-cafe\\_30.html](https://www.agrolink.com.br/problemas/broca-do-cafe_30.html). Acessado em: 13 abr. 2024.

SILVA, A. G. da *et al.* **Mosca-Branca, em feijoeiro: características gerais, bioecologia e métodos de controle.** Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 2017.

SILVA, A. G. da. **Uso do fungo *Beauveria bassiana* no controle biológico de pragas.** Agroadvance, 2023.

SILVA, A. H. da *et al.* **Controle de *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae) DeLong & Wolcott (1923) por *Beauveria bassiana* na cultura do milho.** Bol. San. Veg. Plagas (Madrid), v. 35, p. 657-664, 2009.

SOUZA, Francis Moretti de *et al.* **Fungos entomopatogênicos associados ao controle de mosca-branca.** Campo Grande: Instituto Federal de Educação, 2022.

TIKAMI, I. **Cigarrinha do milho: o vetor do enfezamentos e risca do milho.** Agroadvance, 2021.

VALLIN, G. **Fungos entomopatogênicos: saiba mais sobre o agente biológico de combate às pragas.** Syngenta digital, 2022.