

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

STENIO FACIOLI ALVESS

AVALIAÇÃO DA COMPATIBILIDADE DE *Beauveria bassiana* E *Metarhizium anisopliae*
COM PRODUTO DESALOJANTE PARA A BROCA-DO-CAFÉ

Monte Carmelo - MG
2023

STENIO FACIOLI ALVES

AVALIAÇÃO DA COMPATIBILIDADE DE *Beauveria bassiana* E *Metarhizium anisopliae*
COM PRODUTO DESALOJANTE PARA A BROCA-DO-CAFÉ

Trabalho de Conclusão apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia, Campus Monte Carmelo, como requisito necessário para a obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Profa. Dra. Vanessa Andaló Mendes de Carvalho

Monte Carmelo - MG
2023

STENIO FACIOLI ALVES

AVALIAÇÃO DA COMPATIBILIDADE DE *Beauveria bassiana* E *Metarhizium anisopliae*
COM PRODUTO DESALOJANTE PARA A BROCA-DO-CAFÉ

Trabalho de Conclusão apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia, Campus Monte Carmelo, como requisito necessário para a obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Monte Carmelo, 26 de junho de 2023

Banca Examinadora

Profa. Dra. Vanessa Andaló Mendes de Carvalho
Orientadora

Ms. Jéssyca Gonçalves Duarte
Membro da Banca

Eng. Florestal Marcelo Luiz da Mota
Membro da Banca

Monte Carmelo - MG
2023

SUMÁRIO

RESUMO	5
ABSTRACT	6
1 INTRODUÇÃO.....	7
2 REVISÃO DE LITERATURA	8
2.1 Cultura do cafeeiro	8
2.2. Fungos de controle biológico	9
2.3. Adjuvantes e desalojastes.....	9
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	11
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	13
5 CONCLUSÃO.....	15
REFERÊNCIAS	16

RESUMO

Com o objetivo de otimizar o controle biológico da broca-do-café, um estudo foi realizado para investigar a compatibilidade de um produto comercial com princípio ativo alicina, em conjunto com os fungos *B. bassiana* e *M. anisopliae*. O experimento utilizou o adjuvante de alicina, conhecido por suas propriedades desalojante, em combinação com os fungos. Os resultados indicaram que os tratamentos com o adjuvante afetaram o crescimento vegetativo, a esporulação e a viabilidade de *B. bassiana* e *M. anisopliae*, sendo considerados moderadamente tóxicos para os fungos testados. Portanto, é importante ressaltar que a utilização combinada deve ser avaliada com cautela. Estudos adicionais são necessários para confirmar a eficácia desses tratamentos em diferentes cenários agrícolas, considerando fatores como a concentração dos fungos e do produto, a suscetibilidade da praga aos fungos e as condições ambientais específicas. Essas pesquisas aprofundadas são essenciais para determinar a viabilidade e eficácia dessas abordagens no manejo sustentável da broca-do-café e de outras pragas agrícolas.

PALAVRAS-CHAVE: *Coffea arabica*, controle biológico, fungos entomopatogênicos, *Hypothenemus hampei*, seletividade.

ABSTRACT

With the objective of optimizing the biological control of the coffee borer, a study was carried out to investigate the compatibility of a commercial product with the active ingredient allicin, together with the fungi *B. bassiana* and *M. anisopliae*. The experiment used the allicin adjuvant, known for its dislodging properties, in combination with the fungi. The results indicated that the treatments with the adjuvant affected the vegetative growth the sporulation and the viability of *B. bassiana* and *M. anisopliae*, being considered moderately toxic for the fungi tested. Therefore, it is important to emphasize that the combined use must be evaluated with caution. Additional studies are needed to confirm the effectiveness of these treatments in different agricultural scenarios, considering factors such as fungi and product concentration, pest susceptibility to fungi and specific environmental conditions. Such in-depth research is essential to determine the feasibility and effectiveness of these approaches in the sustainable management of the coffee borer and other agricultural pests.

KEYWORDS: *Coffea arabica*, biological control, entomopathogenic fungi, *Hypothenemus hampei*, selectivity.

1 INTRODUÇÃO

A cafeicultura refere-se ao conjunto de práticas agrícolas e técnicas de produção utilizadas na produção do café, desde o plantio até a colheita dos grãos. O cultivo do café é uma atividade significativa em várias partes do mundo, principalmente em nações tropicais como Brasil, Colômbia, Vietnã, Indonésia, entre outros (SILVA, 2017). Além disso, o café é uma bebida altamente valorizada em todo o mundo, com uma indústria global que movimenta bilhões de dólares anualmente (SALES, 2020).

Uma praga conhecida como broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae) causa danos a longo prazo à produção de café, principalmente em países latino-americanos como o Brasil. As larvas eclodem e alimentam-se dos grãos, causando danos à qualidade do café. Além disso, a presença do fruto brocado aumenta o risco de contaminação fúngica e bacteriana dos grãos, comprometendo ainda mais a qualidade do produto (FANTON; QUEIROZ, 2020).

O controle microbiológico é uma alternativa viável que pode ser utilizada em conjunto com adjuvantes para aumentar a eficácia dos métodos de controle de *H. hampei*. No entanto, é necessário o desenvolvimento de fórmulas mais adequadas a esta funcionalidade, a fim de melhorar o aproveitamento no controle biológico (MELO, 2020).

O uso de fungos como agentes de controle biológico tem chamado cada vez mais a atenção e se mostra promissor para o manejo integrado, minimizando os efeitos adversos ao meio ambiente. Os fungos entomopatogênicos, como *Beauveria* e *Metarhizium*, possuem a capacidade de infectar e causar doenças em insetos e outros artrópodes. Esses fungos são considerados agentes de controle biológico de ocorrência natural que fornecem uma alternativa segura e sustentável ao uso de pesticidas químicos (MORA, CASTILHO, FRAGA., 2016). Devido à sua eficácia, *Beauveria* spp. e *Metarhizium* spp. têm sido utilizados no controle de pragas, com diversos produtos formulados sendo comercializados (AGROFIT, 2023).

Diante destes fatores este trabalho avaliou a toxicidade de um produto adjuvante considerado desalojante para a broca-do-café em associação com os fungos entomopatogênicos *B. bassiana* e *M. anisopliae*.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultura do cafeeiro

Os produtores brasileiros de café devem colher 50,38 milhões de sacas no ano de 2022, segundo o balanço da terceira safra para a atual safra divulgado hoje pela Companhia Nacional de Abastecimento (Conab). A arrecadação já atingiu 99% da área destinada à cultura, e o volume estimado representa um aumento de 5,6% em relação ao ciclo de 2021.

Segundo levantamento da Conab, serão 2,24 milhões de hectares dedicados à cafeicultura nacional em 2022, sendo 1,84 milhão de hectares destinados à produção de lavouras e 402 milhões de hectares destinados à semeadura, um leve aumento no total de terras agricultáveis em relação à temporada anterior. A quantidade média de café produzida nacionalmente também deve aumentar; prevê-se atingir 27,4 sacas por hectare.

No entanto, vários fatores podem reduzir essa produtividade, portanto, a cafeicultura requer uma metodologia confiável e econômica que inclua o monitoramento de doenças, pragas, estresse hormonal, fertilidade do solo, condições nutricionais e outros fatores que possam afetar adversamente a cultura (CHEMURA et al., 2017).

A broca-do-café é um pequeno besouro pertencente à subfamília Scolytinae, com diâmetro de cerca de 1,2 mm. As fêmeas geralmente perfuram os frutos do cafeeiro da coroa em direção às sementes. Eles expandem a galeria dentro da semente, formando uma câmara de postura onde, então, depositam seus ovos (ALBA-ALEJANDRE et al., 2018). As larvas se alimentam das paredes da câmara durante seu período larval de 14 dias, que começa 4 dias após a eclosão e dura até que tenham consumido completamente as sementes. Após a fase larval, transformam-se em pupas, onde permanecem por seis dias (BERGAMIN, 1943). A razão sexual de fêmeas para machos é de 10:1 (BENASSI, 2015).

Após o período de maturação sexual de três dias, as fêmeas ainda são copuladas pelos machos dentro do fruto. Eles estão prontos para adotar essa postura após dois dias, quando podem deixar o fruto onde se desenvolveram em busca de novos frutos para colonizar e continuar o crescimento da população (VEGA et al., 2015). A expectativa de vida média das fêmeas é de 156 dias, período durante o qual elas dão à luz uma média de 74 ovos, com um máximo possível de 119 (BERGAMIN, 1943).

2.2. Fungos de controle biológico

O controle biológico de pragas agrícolas está se expandindo rapidamente tanto no Brasil quanto em outros países. Em um curto espaço de tempo, um número surpreendentemente grande de agricultores brasileiros começou a usar produtos biológicos, principalmente aqueles baseados em microrganismos (ALVES et al., 2022).

A virulência do próprio organismo fúngico é outro fator que contribui para sua maior eficácia (VARELA; MORALES, 1996). Isso está relacionado ao tipo de cepas utilizadas, pois isolados de *B. bassiana* coletados de insetos em uma região provavelmente serão mais virulentos nessa mesma região (NEVES; HIROSE, 2005).

Beauveria bassiana é normalmente aplicado por pulverização para permitir que os esporos do fungo atinjam o inseto e iniciem o processo de colonização, o que eventualmente resulta na morte. As espécies de *Metarhizium* têm sido amplamente estudadas e utilizadas como um micoinseticida sustentável para o controle biológico de uma ampla gama de insetos-praga (ZIMMERMANN, 2007).

2.3. Adjuvantes e desalojastes

Os adjuvantes agrícolas são ferramentas poderosas à disposição dos agricultores, esses produtos permitem mitigar fatores que dificultam a aplicação de estratégias defensivas (LADIM, 2020).

Adjuvantes são quaisquer substâncias ou compostos sem finalidade sanitária, ou seja, sem finalidade de prevenir ou tratar doenças. Portanto, eles não devem ser aplicados sozinhos. Adjuvantes devem ser adicionados à mistura de pulverização para facilitar a aplicação, aumentar a eficácia ou reduzir os riscos de contaminação humana e ambiental resultantes (PERES et al., 2020).

Esses produtos, que podem ser vistos como ativadores, visam melhorar diretamente a atividade defensiva, principalmente aumentando a taxa de absorção. Os adjuvantes ativos incluem tensoativos, óleos vegetais, óleos minerais, óleos feitos de sementes moídas, óleos derivados de silicone e fertilizantes ricos em nitrogênio (RIBEIRO et al., 2021).

Estes agem como catalisadores do processo de pulverização reduzindo os efeitos prejudiciais da pulverização e não afetam diretamente a eficácia da estratégia defensiva. As seguintes substâncias são consideradas como adjuvantes úteis: corantes, depositantes, dispersantes, controladores de derivados, evaporadores, condicionadores de água, acidificantes, tamponantes, umectantes e protetores de radiação UV (ROSA et al., 2022).

Os adjuvantes e desalojantes são produtos utilizados na agricultura para melhorar a eficácia de pesticidas e herbicidas, satisfazendo o impacto ambiental desses produtos e aumentando sua capacidade de controle das pragas e doenças das plantas (NOGUEIRA et al., 2022).

Já os desalojantes são produtos utilizados para remover ou reduzir a presença de resíduos de pesticidas e herbicidas nas plantas e no solo. Eles são importantes para reduzir a exposição humana e animal a esses produtos, além de minimizar os efeitos negativos desses produtos sobre o meio ambiente. Entre os desalojantes mais comuns estão os detergentes e os tóxicos, que ajudam a remover os resíduos dos pesticidas e herbicidas das plantas e do solo (ROSA et al., 2022). A eficácia das aplicações agrícolas pode aumentar significativamente com o uso de adjuvantes e desalojantes (NOGUEIRA et al., 2022).

Os efeitos dos adjuvantes variam dependendo do tipo de defesa e adjuvante utilizado, bem como do ambiente e da cultura a ser abordada. Em algumas circunstâncias, a adição de um adjuvante pode aumentar a eficácia da unidade defensiva em até 50%, enquanto em outras circunstâncias pode não haver nenhum benefício apreciável (MADALÃO et al., 2019).

Além disso, o uso de adjuvantes pode ajudar a reduzir a quantidade de substância defensiva necessária para obter o mesmo efeito, o que pode levar a economia de custos e redução do impacto ambiental (ROSA et al., 2022).

No entanto, é importante lembrar que o uso de adjuvantes deve ser feito de acordo com as instruções do fabricante, pois o uso inadequado pode prejudicar as culturas, colocar em risco a saúde humana e animal e contaminar o meio ambiente (RIBEIRO et al., 2021). Portanto, o uso de adjuvantes pode ser uma ferramenta útil para aumentar a eficácia dos defensivos agrícolas, mas é fundamental considerar cuidadosamente as vantagens e os riscos de cada situação antes de aplicá-los (BEZERRA et al., 2021).

A tecnologia de aplicação é de fundamental importância para se garantir boa sanidade das lavouras, cuja a eficiência de controle de pragas e doenças influencia na produtividade final. A correta regulagem do pulverizador representa o sucesso das aplicações dos produtos fitossanitários, assegurando uniformidade na distribuição e deposição da calda no alvo (CORTIERO et al., 2018).

As técnicas e ferramentas utilizadas para garantir que as defesas agrícolas sejam aplicadas de maneira segura e eficaz em diferentes culturas são chamadas de tecnologia de aplicação de defesas agrícolas (MOKBEL et al., 2022).

Alguns dos fatores que a tecnologia específica do aplicativo deve levar em consideração. A seleção do equipamento mais adequado para a cultura e defesa que será utilizada, levando em consideração fatores como volume de aplicação, tipo de lâmina, velocidade de aplicação e uniformidade de distribuição (FARIAS et al., 2020).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O fungo foi inoculado em placas de Petri contendo meio para produção de esporos de *Beauveria* spp. e *Metarhizium* spp. (ALVES, 1998) e incubado em câmara climatizada B.O.D. à temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, fotoperíodo de 12 horas e umidade relativa de $70 \pm 10\%$ por 10 dias, até plena esporulação, quando os conídios foram usados para o bioensaio de compatibilidade.

Foi feita a avaliação da germinação dos conídios, na qual a formulação do produto químico com princípio ativo alicina, foram dissolvidas em 10 mL de água destilada esterilizada + espalhante adesivo Tween 80 (0,1%) contendo conídios do fungo suspensos, tendo esta suspensão uma concentração de 10^7 conídios/mL. Uma alíquota de 0,1 mL foi retirada de cada suspensão após uma hora, espalhada em quatro placas de Petri contendo meio de cultura BDA (Batata-Dextrose-Ágar) com auxílio da alça de Drigalsky. Na testemunha não foi adicionado produto na suspensão.

As placas foram mantidas em B.O.D. nas mesmas condições usadas para o crescimento do fungo, por 20 horas. Após este período foi quantificada a porcentagem de conídios germinados sob microscópio óptico com aumento de 400 vezes (cinco campos por placa de Petri), segundo metodologia adaptada de Neves et al. (2001). Os dados foram submetidos à análise de variância e teste Tukey ($p < 0,05$) para comparação entre médias.

Outros parâmetros avaliados foram o crescimento vegetativo e a esporulação. Para isso, a quantidade recomendada da formulação do produto desalojante, 50 mL, foi adicionada em 200 mL de meio de cultura para esporulação (ME) fundido (ALVES, 1998), ainda não solidificado, e depois vertido em placas de Petri. Depois de solidificado o meio, o fungo foi

inoculado em três pontos equidistantes por placa, com auxílio de alça de platina. As placas foram incubadas em B.O.D. com as mesmas condições do estudo anterior.

Após oito dias foram selecionadas, aleatoriamente, seis colônias por tratamento; estas foram medidas com uma régua em dois sentidos transversais, determinando o diâmetro médio. Em seguida, estas colônias foram recortadas com um bisturi para a quantificação dos conídios. Cada colônia foi colocada em um tubo de vidro e a ela foram adicionados 10 mL de ADE + Tween 80 (0,1%), agitando-o por cerca de dois minutos, até a retirada dos conídios da superfície do meio recortado. Foram feitas seguidas diluições para quantificar os conídios com auxílio de uma câmara de Neubauer.

Os dados de crescimento vegetativo e esporulação obtidos foram submetidos à análise de variância e teste Tukey ($p < 0,05$), para comparação entre médias, e ao sistema de classificação quanto ao nível de toxicidade (valor “T”), de acordo com metodologia proposta por Alves et al. (1998), determinando a toxicidade do produto desalojante o fungo *B. bassiana*. Esse método é baseado nos valores médios em porcentagem de esporulação e crescimento vegetativo das colônias dos fungos, para testes *in vitro* realizados em meio sólido, em que são calculados os valores em relação à testemunha (100%). A fórmula utilizada é a seguinte:

$$T = \frac{20 (CV) + 80 (ESP)}{100}$$

Onde:

T = Valor corrigido do crescimento vegetativo e esporulação para classificação do produto;

CV = Porcentagem de crescimento vegetativo com relação à testemunha;

ESP = Porcentagem de esporulação com relação à testemunha.

Os valores de “T” são classificados de forma que de 0 a 30 o produto é considerado muito tóxico, de 31 a 45 é considerado tóxico, de 46 a 60 é considerado moderadamente tóxico, e para valores acima de 60, é considerado compatível.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O produto com princípio ativo alicina causou redução na germinação de conídios e crescimento de colônia quando associado a ambos os fungos testados. Além disso, quando associado a *B. bassiana* também causou redução na produção de conídios (Tabela 1).

Tabela 1. Viabilidade de conídios (%), diâmetro médio de colônia (cm) e número médio de conídios produzidos por colônias de *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* na presença de produto químico desalojante.

Tratamento	Germinação ¹ (%)	Crescimento ¹ (cm)	Conídios ¹ (x 10 ⁵)
<i>Beauveria bassiana</i>	84,4 ± 14,11 a	3,7 ± 0,35 a	90,0 ± 19,85 a
<i>Metarhizium anisopliae</i>	77,6 ± 7,66 a	2,7 ± 0,47 b	53,8 ± 3,42 ab
<i>B. bassiana</i> + Desalojante	52,4 ± 7,70 b	1,9 ± 0,09 c	44,4 ± 4,62 b
<i>M. anisopliae</i> + Desalojante	45,4 ± 5,32 b	0,9 ± 0,28 d	28,8 ± 4,66 c
CV (%)	14,31	14,12	19,51

¹Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05).
M ± DP (M)

Beauveria bassiana apresentou uma média de germinação de 84,4% ± 14,11. *Metarhizium anisopliae* apresentou uma média de germinação de 77,6% ± 7,66. Quando os desalojantes foram adicionados aos fungos, houve uma redução significativa na germinação para ambos os tratamentos, com o tratamento *B. bassiana* + Desalojante mostrando uma média de germinação de 52,4% ± 7,70 e o tratamento *M. anisopliae* + Desalojante apresentando uma média de germinação de 45,4% ± 5,32 (Tabela 1).

Beauveria bassiana apresentou um maior crescimento médio de 3,7 cm ± 0,35, indicando uma maior capacidade de crescimento em comparação com os outros tratamentos. *M. anisopliae* apresentou um crescimento médio menor de 2,7 cm ± 0,47. Os desalojantes foram adicionados, houve uma redução no crescimento médio para ambos os tratamentos, com o tratamento *B. bassiana* + Desalojante apresentando um crescimento médio de 1,9 cm ± 0,09 e o tratamento *M. anisopliae* + Desalojante mostrando um crescimento médio de 0,9 cm ± 0,28. Os resultados indicam que a adição dos desalojantes resultou em uma redução em todas as medidas para ambos os fungos (Tabela 1).

O uso do produto comercial concomitante com fungos como *B. bassiana* e *M. anisopliae* causou um efeito negativo no desenvolvimento dos fungos (Tabela 2).

Tabela 2. Valores de “T” e classificação do produto desalojante aos fungos *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae*.

Tratamento	T ¹	Classificação ¹
<i>B. bassiana</i> + Desalojante	49,64	Moderadamente tóxico
<i>M. anisopliae</i> + Desalojante	49,48	Moderadamente tóxico

¹Segundo Alves et al. (1998), valores de “T”: entre 0 e 30 = muito tóxico; entre 31 e 45 = tóxico; entre 46 e 60 = moderadamente tóxico; e maior que 60 = compatível.

No caso do tratamento *B. bassiana* + Desalojante, a viabilidade do fungo foi de 49,64%. Isso significa que cerca de metade das unidades formadoras de colônia do fungo *B. bassiana* permaneceram viáveis após a aplicação do desalojante (Tabela 2).

Da mesma forma, no tratamento *M. anisopliae* + Desalojante, a viabilidade do fungo *M. anisopliae* foi de 49,48%, indicando uma taxa semelhante de sobrevivência dos esporos ou células do fungo após a aplicação do desalojante (Tabela 2).

Esses dados são importantes para avaliar a eficácia dos tratamentos na preservação da viabilidade dos fungos entomopatogênicos. A capacidade dos fungos em permanecerem viáveis é fundamental para o sucesso do controle biológico de pragas. Fungos entomopatogênicos como *B. bassiana* e *M. anisopliae* dependem da sua capacidade de infectar e matar os insetos-alvo.

Portanto, os resultados indicam que os tratamentos com *B. bassiana* + Desalojante e *M. anisopliae* + Desalojante foram capazes de preservar uma porcentagem considerável de viabilidade dos fungos após a aplicação do desalojante. Isso sugere que os tratamentos podem ser promissores no contexto do controle biológico de pragas, pois os fungos ainda possuem capacidade de infectar os insetos-alvo mesmo após a exposição ao desalojante.

No entanto, é importante ressaltar que a eficácia dos tratamentos em termos de controle de pragas depende não apenas da viabilidade dos fungos, mas também de outros fatores, como a concentração dos fungos aplicados, a suscetibilidade dos insetos-alvo e as condições ambientais adequadas para a infecção fúngica.

O efeito adverso de adjuvantes e desalojantes empregados em formulações sobre patógenos de insetos já foi observado por Cintra et al. (2001), quando ensaios de laboratório

indicaram que vários grupos de emulsificantes reduziram o tamanho das colônias de *B. bassiana* e *M. anisopliae* e, em alguns casos, inibiram completamente o crescimento.

O produto comercial com princípio ativo alicina vem sendo amplamente usada em broca de café em associação com inseticidas químicos ou biológicos, para uma considerável melhora em sua performance, usando como adjuvante devido ao seu efeito desalojante, entretanto o produto tem em sua base extrato vegetal de alho (*Allium sativum* L.).

O alho possui mais de 100 compostos biologicamente ativos em sua composição química, com destaque para os óleos caracteristicamente pungentes de selênio, ajoene, tiosulfina e alicina. Além de seu aroma potente, a alicina, também conhecida como dialiltiosulfinato, é obtida através da quebra do material vegetal com o auxílio da enzima alinase. Este fitoquímico é considerado o principal componente biologicamente significativo da extração de óleo devido às suas propriedades antimicrobianas, antitrombóticas, hipolipidêmicas e anticancerígenas (CALDAS et al., 2019; SILVA, SANTOS, SIQUEIRA, 2020). Segundo Lorenzi e Twardowski (2021) verificou que o principal princípio ativo dessa cultura é a alicina, substância com potencial antifúngico.

Em estudos realizados por Silva et al (2021) concluiu que o extrato de *A. sativum* apresentou atividade antifúngica contra diversos fungos, tais como *B. bassiana*, *Aspergillus* ssp. e *Penicillium* sp., atuando na inibição do crescimento desses microrganismos, mediante sua ação fungicida direta e na inibição da germinação dos esporos e do micélio. Resultado como este corrobora aos obtidos neste trabalho onde o uso de produto comercial com ingrediente ativo alicina apresentou toxicidade aos conídios de *B. bassiana* e *M. anisopliae* onde apresenta toxicidade moderada, devendo quando usado ter cautela uma vez que apresenta redução na eficiência dos fungos para controle em campo.

5 CONCLUSÃO

Os tratamentos com o adjuvante que possui princípio ativo alicina afetaram o crescimento vegetativo, a esporulação e viabilidade de *B. bassiana* e *M. anisopliae*, sendo considerado moderadamente tóxico para os fungos testados.

REFERÊNCIAS

- AGROFIT. **Sistemas de agrotóxicos fitossanitários**. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em 20 de maio de 2023.
- ALBA-A, I.; ALBA, J.; VEGA, F.E. Observing the devastating coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*) inside the coffee berry using microcomputed tomography. **Nature (Scientific Reports)**. v.8: 17033. DOI:10.1038/s41598-018-35324-4. 2018.
- ALVES SALDANHA, M. et al. Caracterização morfofisiológica de fungos entomopatogênicos para o controle biológico de *Oncideres impluviata*. **Ciência Florestal**, v. 32, n. 2, 2022.
- BENASSI, Vera Lúcia Rodrigues Machado. **ASPECTOS BIOLÓGICOS DA BROCA-DO-CAFÉ, *Hypothenemus hampei* (FERRARI, 1867) (COLEOPTERA: SCOLYTIDAE), EM *Coffea canephora***. 2015. Simpósio dos Cafés do Brasil. Disponível em: <https://biblioteca.incaper.es.gov.br/>. Acesso em: 28 jun. 2023.
- BERGAMIN, J. Contribuição para o conhecimento da biologia da Broca-do-café *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Col.: Ipidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 15, p. 197-208. 1943.
- BEZERRA, D. G. et al. *Azadirachta indica* A. Juss (Meliaceae) bioinseticida microencapsulado: Otimização da técnica de spray drying, caracterização, liberação in vitro e cinética de degradação. **Tecnologia do Pó**, v. 382, p. 144-161, 2021.
- CALDAS, F. F. et al. Atividade antimicrobiana do alho (*Allium sativum* L.) frente a bactéria causadora de infecção do trato urinário. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 7, n. 1, p. 217-224, 2019.
- CANDIDO, J. B. S. et al. Subprodutos de *Allium sativum* na inibição do crescimento micelial de *Alternaria alternata* em tomate (*Solanum lycopersicum*). **Revista Craibeiras de Agroecologia**, v. 4, p. 9627, 2019.
- CHEMURA A, MUTANGA O, DUBE T. Integrating age in the detection and mapping of incongruous patches in coffee (*Coffea arabica*) plantations using multi-temporal Landsat 8 NDVI anomalies. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, 57:01-13. 2017.
- CINTRA, E. R. R.; ALMEIDA, J. E. M.; BATISTA FILHO, A.; Efeito de Adjuvantes sobre os fungos entomopatogênicos *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana*. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.70, suplemento 3, p 100-112, 2003.
- CONAB (2021) **Acompanhamento da safra brasileira: grãos**. Disponível em: https://www.conab.gov.br/component/k2/item/download/22249_796d70cec80b021e204b5514764e77b4. Acessado em: 08 de março de 2023.
- FANTON, C. J. QUEIROZ, R. B. Manejo de pragas do cafeeiro conilon. **Informe Agropecuário**, v. 41, n. 309, p. 41-52, 2020.

- FARIAS, M. A.G.L et al. Spray nozzles and droplet size effects on soybean canopy deposits and stink bugs control in west region of São Paulo state-Brazil. **Phytoparasitica**, v. 48, p. 203-213, 2020.
- LANDIM, T. N. et al. Adjuvantes e taxas de aplicação na pulverização de fungicida na cultura da soja. **Humanidades e Tecnologia (FINOM)**, v. 23, n. 1, p. 412-428, 2020.
- LORENZI B, A. TWARDOWSKI, F. Atividade antifúngica de extratos de *Allium sativum* sobre fungos causadores de Sigatoka. **MoExp-Mostra de Ensino, Extensão e Pesquisa do Campus Osório**, v. 1. 1 pág. 1-1, 2021.
- MADALÃO, J. C. et al. Lixiviação e persistência do sulfentrazone em função da mistura com adjuvantes. **Planta Daninha**, v. 37, 2019.
- MARCOMINI, G. R. Análise técnica e econômica da utilização de inseticida biológico *Beauveria bassiana* para o controle da broca do café (*Hypothenemus hampei*). **Revista Hipótese**, v. 1, n. 3, p. 92-109, 2015.
- MELO, M. R. Seleção de tensoativos e avaliação de compatibilidade com *Beauveria bassiana* para desenvolvimento de formulação WP. 2020. 85 f. **Dissertação (Mestrado em Biotecnologia)** - Universidade Federal de Uberlândia, Patos de Minas, 2020. DOI <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2020.125>.
- MOKBEL, E. M. et al. Role of nozzle types and certain adjuvants in reducing application rates of imidacloprid; spirotetramat against whitefly, *Bemisia tabaci* (Gennadius) on zucchini plant. **Egyptian Journal of Chemistry**, v. 65, n. 13, p. 1043-1053, 2022.
- MORA, M. A. E.; CASTILHO, A.M. C.; FRAGA, M. E. Fungos entomopatogênicos: enzimas, toxinas e fatores que afetam a diversidade. **Rev Bras Prod Agroind**, v. 18, p. 335-49, 2016.
- NEVES, P. M.O.J.; HIROSE, E. Seleção de isolados de *Beauveria bassiana* para o controle biológico da broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae). **Neotropical Entomology**, v.34, p.077-082, 2005.
- PERES, Dandara Maria et al. Adjuvantes aliados à aplicação de fungicidas na cultura da soja. **Revista Cultivando o Saber**, p. 1-13, 2020.
- RIBEIRO, F. C.; ROCHA, F. S.; ERASMO, E. A. L.; MATOS, E. P.; COSTA, S. J. Manejo com inseticidas visando o controle de percevejo marrom na soja intacta. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 3, n. 2, p. 48-53, 2016.
- RIBEIRO, Rogério Philipe Martins et al. Compatibilidade físico-química de caldas fungicidas e adjuvantes. **Scientific Electronic Archives**, v. 14, n. 5, p. 35-41, 2021.
- ROSA, David Peres et al. Tecnologia de aplicação com o uso de diferentes adjuvantes na cultura da soja. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 21, n. 4, p. 402 - 409, 2022. DOI: 10.5965/223811712142022402.
- SAES, M. S. M. A desregulamentação do mercado cafeeiro e as perspectivas para o mercado nacional. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 33, n. 3, p. 7-34, 2020.

SILVA, E. F. **Mercado internacional do café: contexto histórico, cenário atual e algumas perspectivas.** 2017.

SILVA, J. A. L. et al. Propriedade antifúngica do extrato aquoso de *Allium sativum* frente a fungos isolados do solo. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 10, n. 2, p. e1610210830-e1610210830, 2021.

VARELA, A.; MORALES, E. Characterization of some *Beauveria bassiana* isolates and their virulence toward the coffee berry borer *Hypothenemus hampei*. **Journal of Invertebrate Pathology**, v.67, p.147-152, 1996.

VEGA, F.E.; INFANTE, F.; JOHNSON, A.J. The genus *Hypothenemus*, with emphasis on *H. hampei*, the coffee berry borer. In: **Bark Beetles: Biology and Ecology of Native and Invasive Species** (Eds. Vega, F.E.; Hofstetter, R.W.), p.427-494, 2015.

ZIMMERMANN, G. Revisão sobre a segurança do fungo entomopatogênico *Metarhizium anisopliae*. **Biocontrol Ciência e Tecnologia**, v. 17, n. 9, pág. 879-920, 2007.