



GRAZIELLA EVARISTO DE MORAES

**USO DE FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS NO CONTROLE
BIOLÓGICO: RELATÓRIO DE ESTÁGIO REALIZADO NA
EMPRESA BIOMIP AGENTES BIOLÓGICOS**

LAVRAS – MG

2021

GRAZIELLA EVARISTO DE MORAES

**USO DE FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS NO CONTROLE BIOLÓGICO:
RELATÓRIO DE ESTÁGIO REALIZADO NA EMPRESA BIOMIP AGENTES
BIOLÓGICOS**

Relatório de estágio supervisionado apresentado à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia, para a obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Bruno Henrique Sardinha de Souza

Orientador

LAVRAS – MG

2021

Aos meus pais Nilza e Geraldo, a minha irmã, aos meus avós, familiares e amigos, por todo o apoio e amor.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, a Jesus e a Nossa Senhora Aparecida por todas as graças obtidas, por serem a força que me impulsiona a cada dia.

À minha mãe Nilza, que com todo o carinho e dedicação sempre me incentivou e zelou por cada detalhe nos meus estudos e na minha vida, ao meu pai Geraldo, que sempre torceu pelo meu sucesso e me apoiou em minhas decisões, à minha irmã Giovanna, pela amizade e companheirismo que me impulsionou, aos meus avós, especialmente ao meu avó Sebastião (in memoriam), que sempre acreditou na minha profissão e carreira e me passou a paixão pela Agronomia. A todos os meus familiares que acompanharam meu crescimento e estudos.

Aos todos os meus amigos da faculdade, em especial, Maria Clara, Lítissa, Lilian e Rafaela, que acompanharam minha trajetória na universidade. Aos meus amigos da Escola de Evangelização Santo André, pelo companheirismo e pela intercessão. A todos os meus amigos que acompanharam minha trajetória de estudos desde o ensino médio, desde quando sonhava em fazer agronomia, em especial à Gabriela, Jamille, Nayra, Amanda e Beatriz.

Agradeço a toda equipe da EPAMIG Sul, onde realizei minha iniciação científica, em especial a Dra. Sára, Caroline e Vicentina. Com vocês aprendi muito sobre microbiologia e sobre a vida.

Agradeço a toda equipe da empresa Biomip Agentes Biológicos, onde tive a oportunidade de realizar estágio, em especial à Dra. Fernanda, que sempre me orientou e me deu a oportunidade de fazer parte dessa equipe, à Caroline pela amizade e apoio e por me ajudar em cada etapa, aos funcionários e estagiários que contribuíram para minha formação. Ao meu orientador Bruno, pelo apoio e por me ajudar nessa etapa tão importante.

Por fim, agradeço a todos os professores e colaboradores da Universidade Federal de Lavras, por contribuírem na minha formação e carreira profissional.

RESUMO

Diante do cenário atual de constante crescimento do setor agropecuário brasileiro, vê-se uma agropecuária intensiva. Com até três safras agrícolas por ano e criação contínua de animais, tal sistema apresenta a necessidade da implementação estratégica de táticas de controle de insetos pragas. A partir de tal demanda, tem havido crescente adoção do manejo integrado de pragas pelos produtores rurais, visando monitorá-las e controlá-las em momento adequado para diminuir os danos econômicos causados. Uma das táticas de controle que tem sido bastante utilizada pelos produtores é o controle biológico, o qual se pode utilizar insetos benéficos como os inimigos naturais, incluindo predadores e parasitoides, além de microrganismos entomopatogênicos, especialmente fungos, bactérias e vírus. O controle biológico pode ocorrer de forma natural, preservando os inimigos naturais e microrganismos no agroecossistema, e pode ser feito de forma inoculativa, onde os agentes de controle biológico são liberados ou aplicados na lavoura a fim de controlar os insetos pragas. Diante desse cenário, há uma demanda crescente de empresas especializadas na produção de inimigos naturais e microrganismos para serem utilizados no controle biológico. Sendo assim, a empresa Biomip Agentes Biológicos condiz com a nova perspectiva de manejo de pragas. O objetivo da empresa é fornecer ao produtor rural uma solução sustentável para o controle de pragas, com o uso de produtos microbiológicos de qualidade. Na biofábrica ocorre a produção de dois inseticidas microbiológicos, o Biometa[®] e o Biobassi[®], ambos registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Estes produtos são constituídos à base dos fungos entomopatogênicos, *Metarhizium anisopliae* isolado IBCB 425 e *Beauveria bassiana* isolado IBCB 66, respectivamente. A experiência de estágio na empresa Biomip possibilitou o entendimento na prática dos processos que envolvem a produção dentro de uma biofábrica de agentes de controle biológico. Além disso, pôde-se compreender as necessidades do mercado agrícola que está em constante busca de produtos biológicos visando à aplicação de métodos de manejo mais sustentáveis. Durante o estágio foi possível o contato com todos os processos de produção massal dos fungos entomopatogênicos, desde a produção do substrato sólido até o despacho dos produtos formulados para os clientes. Tal experiência possibilitou uma visão mais ampla das fases de fabricação de produtos microbiológicos. Portanto, a experiência profissional e pessoal adquirida no estágio possibilitou ter conhecimento mais aprofundado sobre o mercado de trabalho, e controle biológico no cenário do manejo integrado de pragas, sendo de grande importância para o início da carreira profissional como agrônoma.

Palavras-chave: Fungos entomopatogênicos. Manejo Integrado de Pragas. Controle biológico.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	7
2 OBJETIVO.....	8
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	8
3.1 Sistema de cultivos e pragas.....	8
3.2 Controle biológico de pragas.....	9
3.3 <i>Metarhizium anisopliae</i>	12
3.4 <i>Beauveria bassiana</i>	13
3.5 Produção massal de fungos entomopatogênicos.....	16
4 ESTÁGIO.....	19
4.1 Descrição do local de estágio.....	19
4.2 Histórico.....	19
4.3 Instalações físicas.....	20
4.4 Descrição das atividades desenvolvidas.....	22
5 CONCLUSÃO.....	33
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33

1 INTRODUÇÃO

A produção agropecuária no Brasil tem se desenvolvido de forma crescente e com isso surge a necessidade do uso de novas tecnologias que promovam a produção de forma sustentável. Tendo em vista o desenvolvimento sustentável, pode-se utilizar técnicas e manejos diferenciados para que se alcance altas produtividades, de forma a amenizar os danos causados no meio ambiente.

O sistema de produção agrícola no Brasil vem sendo desenvolvido de forma intensiva, com o uso constante do solo, sucessão de culturas e plantio o ano inteiro, o que favorece a produção agropecuária do país e sustenta a economia brasileira. Em contrapartida, os cultivos sucessivos e o grande uso das mesmas áreas têm aumentado a pressão de seleção de pragas e doenças nas áreas, o que faz com que se tenha maior necessidade de controle de insetos e fitopatógenos, fazendo com que o manejo das pragas e doenças tenha que ser efetivo, para que assim se consiga produzir de forma eficaz e alcançar altas produtividades.

Diante disso, o uso do manejo integrado de pragas (MIP) vem se difundindo no Brasil e no mundo, e a ferramenta dentro do MIP é o controle biológico. O controle biológico pode ser feito através de parasitoides, predadores e de entomopatógenos como fungos, bactérias, nematoides e vírus. O controle biológico surge como uma solução para a agricultura intensiva e até mesmo para agricultura orgânica, visando atuar no controle de pragas e doenças de forma a reduzir o uso de defensivos químicos e de ser uma alternativa de manejo para os produtores rurais.

Os fungos entomopatogênicos são microrganismos que causam doenças nos artrópodes, podendo assim serem utilizados para o controle biológico de pragas. Os fungos mais utilizados no mundo para controle de pragas são *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana*, e em menor escala encontram-se os fungos *Lecanicillium muscarium*, *L. longisporum* e *Isaria fumosorosea*. Todas essas espécies de fungos entomopatogênicos pertencem ao grupo Hypocreales, cujo ciclo de vida mais explorado é o anamórfico, anteriormente também denominados de hifomicetos ou fungos mitospóricos (FARIA; WRAIGHT, 2007). Os fungos entomopatogênicos podem atuar no controle de insetos praga que causam prejuízos à lavoura ou aos animais.

A empresa Biomip Agentes Biológicos tem o intuito de viabilizar o uso de produtos biológicos através dos fungos entomopatogênicos *M. anisopliae* e *B. bassiana*, sendo produtos biológicos da empresa registrados no MAPA com os nomes Biometa® e Biobassi®, respectivamente, possibilitando que essa tecnologia possa ser utilizada pelo produtor em sua

propriedade rural. Os produtos microbianos constituem mais uma ferramenta para uso em sistemas de MIP, deixando de utilizar apenas o controle químico e encontrando uma alternativa para problemas como resistência de pragas a princípios ativos de inseticidas e longos períodos de carência, uma vez que o uso de produtos à base de fungos entomopatogênicos possuem alto efeito residual no ambiente, possibilitando a infecção de novas pragas que chegarem à lavoura; período de carência zero, não sendo prejudicial aos homens e animais; e além disso, são seres vivos com a capacidade de se adaptarem ao ambiente e as modificações do inseto, sendo mais difícil de ocorrer casos de resistência do que quando se utilizam moléculas químicas.

O estágio supervisionado foi realizado na empresa Biomip Agentes Biológicos, situada na cidade de Lavras, Minas Gerais. O estágio ocorreu de abril de 2020 até fevereiro de 2021, sob a supervisão da entomologista Dra. Fernanda Aparecida Abreu. O presente relatório apresenta o referencial teórico, a descrição do local e as atividades desenvolvidas neste estágio supervisionado.

2 OBJETIVO

A área de atuação, como Engenheira Agrônoma, escolhida foi a área de microbiologia agrícola, tendo em vista o crescimento do uso do controle biológico e a aptidão por trabalhos em laboratório. Com isso, nesse estágio tive como objetivo conhecer com maior profundidade a realidade de uma biofábrica e o desenvolvimento pessoal, tendo em vista a rotina laboratorial e o contato com os colegas de trabalho.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Sistema de cultivos e pragas

Os sistemas de cultivos na atualidade são realizados de forma intensiva, fazendo sucessivas safras e utilizando continuamente o solo e as mesmas áreas de produção. Isto implica no aumento das infestações de pragas e doenças nos ambientes de cultivo, aumento do uso de agroquímicos, seleção de pragas resistentes, dificuldades de manejo e aplicações sucessivas de inseticidas e fungicidas químicos.

O uso intensivo de agrotóxicos na agricultura tem, reconhecidamente, promovido diversos problemas de ordem ambiental, como a contaminação dos alimentos, do solo, da água e dos animais; a intoxicação de agricultores; a resistência de patógenos, de pragas e de plantas invasoras a certos agrotóxicos; o desequilíbrio biológico, alterando a ciclagem de nutrientes e

da matéria orgânica; a eliminação de organismos benéficos; e a redução da biodiversidade (BETTIOL; GHINI, 2003).

Em contrapartida, tem-se a necessidade de encontrar soluções para o controle de pragas e doenças, visto que é necessário que a produção agropecuária ocorra para alimentar o mundo. Surge como uma nova forma de manejo, o manejo integrado de pragas.

O MIP é um conjunto de boas práticas agrícolas que implica no monitoramento da população de insetos e combina métodos e estratégias de controle como cultural, biológico, físico, legislativo, mecânico e químico, visando evitar o dano econômico (SENAR, 2018).

O desenvolvimento de um sistema de manejo integrado de pragas tornou-se necessário para suprir a necessidade crescente de alimentos e ao mesmo tempo, respeitar os preceitos da sustentabilidade do agroecossistema, da conservação do meio ambiente e do bem-estar do ser humano. Neste cenário, surgiu o MIP, definido como “Sistema de decisão para uso de táticas de controle, isoladamente ou associadas harmoniosamente, numa estratégia de manejo baseada em análises de custo/benefício, que levam em conta o interesse e/ ou o impacto sobre os produtores, sociedade e o ambiente” (KOGAN, 1998). Assim, o MIP estabelece o uso de medidas de controle com base em informações ecológicas obtidas no agroecossistema, evitando-se dessa forma as aplicações fixas por calendário (MICHEREFF FILHO, 2013).

No MIP a lavoura deve ser monitorada semanalmente e os inseticidas químicos ou agentes de controle biológico são utilizados apenas quando realmente necessário a fim de evitar que as pragas causem dano à cultura. Esse sistema de manejo, vai auxiliar a tomada de decisão sobre a necessidade do controle da espécie praga e sua densidade populacional na lavoura, além de informações como fatores climáticos, desenvolvimento da cultura, capacidade da planta em tolerar a injúria, e da presença e ação de agentes de controle biológico. Dessa forma, com o MIP os inseticidas são aplicados apenas quando necessário, isto é, quando o benefício de controlar a praga é maior que o custo ecológico e econômico, proporcionando proteção da lavoura com uso racional e eficiente de inseticidas, assim reduzindo os custos de produção, o risco de evolução de pragas resistentes e a contaminação ambiental, contribuindo para a sustentabilidade do sistema produtivo (CONTE et al., 2015).

3.2 Controle biológico de pragas

Há em todo o mundo crescente demanda por produtos agrícolas livres ou com quantidade mínima de resíduos de agrotóxicos e por uma agricultura que cause menor impacto sobre os recursos naturais. Nesse contexto, o uso de produtos à base de agentes biológicos para o controle de pragas e doenças de plantas tem tido forte crescimento nos últimos anos. (PAULA

JÚNIOR, et al., 2013). Há uma grande evolução quanto a legislação para o registro de produtos no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) como novos caminhos para o registro dos produtos podendo ser pela via convencional ou pela via dos orgânicos, a via dos orgânicos possibilitou maior rapidez e facilidade para os registros possibilitando o maior crescimento desse setor.

Diversos produtos biológicos são utilizados para o controle de artrópodes pragas. Dentre esses, destacam-se os produtos formulados a partir de bactérias, fungos, vírus e nematoides, e os agentes de controle biológico como os insetos parasitoides, os ácaros e insetos predadores. A disponibilidade de agentes biológicos indicados para o controle de pragas e comercializados mundialmente é grande, chegando a mais de 230 espécies de insetos e ácaros entomófagos (VAN LENTEREN, 2012).

Ao utilizar entomopatógenos no controle biológico de pragas é importante lembrar que os agrotóxicos, como inseticidas, fungicidas, herbicidas ou mesmo produtos naturais, podem ter efeitos sobre os microrganismos, afetando seu desempenho biológico. Em centros de pesquisa ou mesmo no fornecedor do produto biológico é possível encontrar informações sobre agrotóxicos compatíveis com os bioinseticidas (GRAVENA, 2007).

Os fungos entomopatogênicos são os microrganismos que geralmente causam maiores mortalidades aos insetos e ácaros-praga nos agroecossistemas. Os insetos infectados por fungos entomopatogênicos apresentam os sintomas de manchas escuras nas pernas, segmentos e todo tegumento, paralisação da alimentação; o inseto tem aspecto debilitado e desorientado; aparecimento de coloração esbranquiçada, de modo que após o desenvolvimento da contaminação, o corpo do inseto adquire a coloração característica do fungo que o infectou. A ação dos fungos é altamente dependente das condições ambientais, sobretudo da temperatura e umidade. Os fungos entomopatogênicos são os microrganismos mais generalistas que infectam insetos pertencentes a ordens diferentes. Entre os principais fungos entomopatogênicos que exercem ação de controle sobre insetos e ácaros-praga nos agroecossistemas estão: *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium (=Verticillium) lecani*, *Metarhizium (=Nomurea) riley*, *Hirsutella thompsonii*, *Aschersonia aleyrodis*, *Aspergillus* spp., *Paecilomyces* spp., *Cordyceps* spp., *Entomophthora* spp. e *Sporothrix insectorum*. A seguir é mostrado de forma esquemática o ciclo de desenvolvimento de um fungo entomopatogênico (PICANÇO, 2010)

Como vantagens do controle microbiano de insetos-praga podem-se citar a seletividade, a capacidade de multiplicação e dispersão no ambiente (persistência) e os efeitos secundários causados sobre as pragas-alvo, diminuindo infestações futuras, a fácil aplicação e a

possibilidade de ser utilizado juntamente com outras táticas de manejo dentro de um programa de manejo integrado (MIP). Pode-se citar também como vantagem desse método a menor probabilidade de evolução de populações resistentes (ALVES, 1998a; POLANCZYK; ALVES, 2006).

A diversidade e abundância dos entomopatógenos podem ser afetadas por fatores bióticos e abióticos, diminuindo a capacidade de sobreviver, propagar-se e infectar seu hospedeiro, entre os fatores abióticos mais importantes que afetam a viabilidade e a persistência dos fungos entomopatogênicos no campo se mencionam a radiação UV, a temperatura, o tipo de solo, a umidade e os agroquímicos. A suscetibilidade e a relação com os hospedeiros dependem dos nutrientes presentes nos insetos, que são o meio de propagação, dispersão e persistência dos fungos (PUCHETA et al., 2006).

Os fungos são capazes de atacar um grande número de espécies de insetos em praticamente todos os estágios de desenvolvimento. A maioria dos fungos atua por contato e ingestão, sendo que a sua grande variabilidade genética permite estudos de seleção de cepas ou isolados e avaliação dos mais virulentos para o controle de pragas (ALVES et al., 2010).

A maioria dos projetos de pesquisa com controle microbiano de insetos é com fungos entomopatogênicos devido às características de ação desses patógenos, pois atuam por contato e ingestão, e sua grande variabilidade genética desfavorece a evolução da resistência em populações de ácaros e insetos-praga. Os fungos estão presentes em grande quantidade na natureza, sendo o solo o seu maior reservatório (BATISTA FILHO et al., 2006; ALVES et al., 2010).

Desde a década de 1960, a produção de fungos está se desenvolvendo no Brasil, e para o desenvolvimento de fungos e a produção de esporos são utilizados cereais como o arroz, que é cozido para que haja a colonização, e depois triturado e lavado para a remoção dos esporos, os quais serão o ingrediente ativo do produto de interesse (UHRY, 2007).

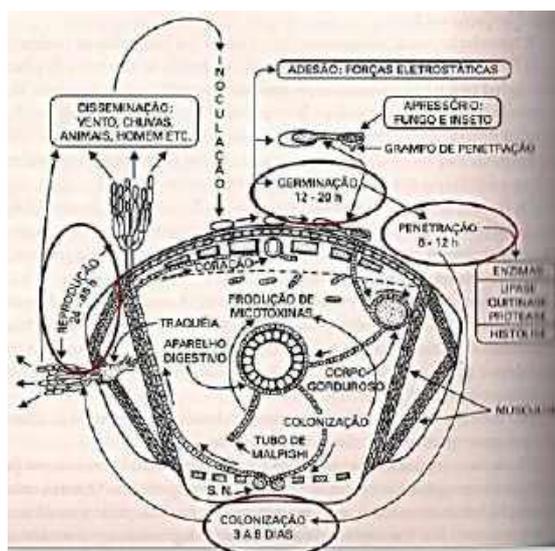


Figura 1. Ciclo das relações patógeno-hospedeiro (ALVES, 1998a).

3.3 *Metarhizium anisopliae*

O fungo entomopatogênico *Metarhizium anisopliae* possui a seguinte classificação taxonômica: Reino Fungi; Dikarya (Sub Reino); Ascomycota (Divisão); Pezizomycotina (Subdivisão); Sordariomycetes (Classe); Hypocreomycetidae (Subclasse); Hypocreales (Ordem); Clavicipitacea (Família); *Metarhizium* (Gênero); *Metarhizium anisopliae* (Espécie). No Brasil, por exemplo, o fungo mais estudado e produzido em escala comercial é *M. anisopliae* (MASCARIN; MOURA, 2013). Este fato pode ser explicado pelo primeiro programa brasileiro de controle biológico com fungos entomopatogênicos, em ampla escala que surgiu no início da década de 1970, com a aplicação do fungo *M. anisopliae* para o controle da cigarrinha-da-folha da cana-de-açúcar, *Mahanarva posticata*, no Nordeste brasileiro (MICHEREFF FILHO; FARIA, 2007)

O fungo entomopatogênico *M. anisopliae* constitui uma alternativa promissora para o manejo das cigarrinhas-das-pastagens. Várias formulações comerciais à base desse fungo encontram-se disponíveis no Brasil. Diante desse potencial, são apresentados e discutidos alguns aspectos importantes para a aplicabilidade do controle microbiano no manejo desse complexo de espécies-praga em pastagens (LOVATTO; RIBEIRO, 2017).

O fungo *M. anisopliae* (Metsch.) Sorokim tem sido uma das espécies mais estudadas para o manejo de insetos-praga de importância agrícola (LOVATTO; RIBEIRO, 2017). *M. anisopliae* é um patógeno de insetos, relevante economicamente e, que vem sendo amplamente estudado no controle biológico de cigarrinhas como *Mahavarna fimbriolata* e *Deois flavopicta*

(PEREIRA et al., 2008). Com isso, a busca por bioinseticidas eficazes no controle de pragas danosas à agropecuária se torna crescente.

O uso de *M. anisopliae* no controle de *M. fimbriolata*, além de ser eficiente é interessante por ser econômica e ecologicamente viável (KASSAB et al., 2012b). O fungo *M. anisopliae* pode infectar o inseto hospedeiro em todo o seu ciclo de vida, ou seja, ovos, larvas ou ninfas, pupas e adultos (ALVES, 1998b). Morfologicamente, apresenta-se como fungo filamentosos de micélio hialino e septado, conídios cilíndricos de coloração esverdeada; medem geralmente 3 a 18 µm de comprimento e se formam sobre conidióforos cilíndricos (BISCHOFF et al., 2009). Seu desenvolvimento vegetativo ocorre geralmente entre 15° e 32 °C, sendo o ideal 24° a 30 °C e pH ótimo de 6,9 (ALVES, 1998; ARRUDA, 2005).

A eficiência de micoinseticidas à base de *M. anisopliae* no controle de insetos depende de fatores bióticos e abióticos que muitas vezes são de difícil controle, tais como variações nas condições de temperatura, luminosidade, pH e umidade. Entretanto, alguns fatores podem ser alterados para que se melhore sua eficácia, como o uso de concentrações adequadas do inóculo (dosagem recomendada), a escolha do isolado ou raça de *M. anisopliae*, a pureza do inóculo, o tipo de formulação, a época da aplicação e o uso de equipamentos adequados (LOVATTO; RIBEIRO, 2017). As condições favoráveis para o fungo iniciar o processo de colonização da população dos insetos são temperatura entre 26 e 27°C, umidade relativa do ar acima 75% e baixa radiação ultravioleta. Micoinseticidas à base de *M. anisopliae* apresentam ação de contato, ou seja, necessitam atingir o inseto para dar início ao processo infeccioso (LOVATTO; RIBEIRO, 2017). O fungo também pode apresentar ação quando entra no corpo do inseto, seja por ingestão pelo aparelho bucal ou por aberturas naturais do corpo, como espiráculos, espaços intersegmentais e ânus dos insetos.

O fungo *M. anisopliae* atua no controle de diversas pragas e tem produtos registrados para as seguintes pragas: cigarrinha-das-pastagens (*Zulia entreriana* e *Deois flavopicta*), cigarrinha-da-raiz (*Mahanarva fimbriolata*), percevejo-castanho (*Scaptocoris castanea*), ácaro-rajado (*Tetranychus urticae*), lagarta-militar (*Spodoptera frugiperda*), tripes (*Frankliniella schultzei*), lagarta-falsa-medideira (*Chrysodeixis includens*), lagarta-das-folhas (*Spodoptera eridania*), percevejo-marrom (*Euschistus heros*), os quais são registrados para todas as culturas (MAPA, 2021).



Figura 2. Cigarrinha-das-raízes colonizada pelo fungo *Metarhizium anisopliae* (PINTO, 2020)

3.4 *Beauveria bassiana*

No Brasil, são produzidos inseticidas e outros produtos à base do fungo entomopatogênico *B. bassiana*, os quais podem ser utilizados em programas de manejo integrado de pragas em diferentes culturas. Avanços na qualidade e melhoria dos bioinseticidas pelas biofábricas poderiam levar a programas mais efetivos, como alternativas ao controle químico nas culturas agrícolas brasileiras (DALZOTO; UHRY, 2009).

O fungo *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Deuteromycotina: Hyphomycetes) tem um grande potencial para o controle biológico de pragas. A potencialidade desse fungo como agente de controle microbiano vem sendo largamente investigada sobre inúmeras pragas agrícolas (ALVES, 1992; MALAGODI & VEIGA, 1995; FERRON, 1978; MARCANO et al., 1999). No campo, o sucesso de seu uso está relacionado às condições climáticas da região, ao conhecimento do hábito de um determinado hospedeiro e da quantidade de inóculo a ser aplicado na área.

A partir de análises filogenéticas moleculares, o fungo foi incluído no grupo dos Ascomycetos, ordem Clavicipitales, classe Hyphomycetes, família Moniliaceae e é comumente encontrado no solo. Este fungo pode ocasionar graves doenças em mais de 200 espécies de insetos (UHRY, 2007; DE MOURA et al., 2015).

O ciclo biológico de *B. bassiana* (Figura 3) proporciona sua caracterização como um parasita facultativo, onde seus conídios têm a capacidade de penetrar em qualquer parte da cutícula do inseto mediado por enzimas líticas, e também podem aparecer no sistema respiratório e digestório. Os conídios já dentro do inseto criam tubos germinativos e hifas que transpassam o tegumento. Logo, o fungo se propaga na hemolinfa do hospedeiro, criando uma vasta massa de hifas, assim ocasionando a morte do inseto. Em seguida, com a redução dos

nutrientes, e em condições favoráveis, o fungo aflora, externando suas hifas e formando uma massa branca na superfície do cadáver (DALZOTO; UHRY, 2009).

O gênero *Beauveria* é um dos responsáveis do controle biológico mais propícios devido sua diversidade de hospedeiros e capacidade de penetração pela cutícula. Com a população de insetos infectada, nela persiste o fungo após a infecção e reduz sua longevidade, resultando em altas taxas de mortalidade (SILVA et al., 2006). A espécie *B. bassiana* dispõe de uma vasta variabilidade genética entre seus diferentes isolados. Sua virulência e patogenicidade contra diferentes pragas também variam de acordo com os isolados, assim como também seus caracteres enzimáticos e de DNA, que são expressos conforme as condições ambientais (ALVES et al., 2002).

No cenário do manejo integrado de pragas, *B. bassiana* é utilizada como alternativa viável para reduzir os estragos causados por insetos (ZAMBIAZZI et al., 2016). Em condições de laboratório, *B. bassiana* pode colonizar a maioria dos insetos, sendo que em campo sua proliferação se dá de forma enzoótica sobre dípteros, himenópteros e ortópteros, e de maneira enzoótica e epizoótica sobre coleópteros, lepidópteros e hemípteros, infectando cerca de 300 espécies de artrópodes que prejudicam a agricultura e pecuária (GUIMARÃES et al., 2016).

O ciclo de vida do fungo *B. bassiana* inicia-se dentro do hospedeiro a partir da germinação dos conídios, que em contato com o tegumento origina um tubo germinativo por todo o corpo do hospedeiro. A colonização ocorre inicialmente pelo estágio leveduriforme, cuja fase na maior parte dos fungos não é observada na parte externa do inseto (ALVES et al., 2002). Segundo Uhry (2007), os conídios de *B. bassiana* são uninucleados ou multinucleados, hialinos, com formato arredondado, medindo cerca de 1,5 a 2,0 μm ; os conidióforos apresentam conformação dilatada na base e afinada na extremidade por onde os conídios são liberados. Em relação às colônias, são de coloração branca ou levemente corada e morfologicamente macia à pulverulenta. *B. bassiana* apresenta linhagens dimórficas que aparecem tanto quando cultivadas nos meios de cultura líquidos como quando presentes na hemolinfa de insetos, apresentando-se com aparência leveduriforme, denominadas blastósporos, associando este estágio à capacidade do fungo infectar o hospedeiro (UHRY, 2007).

Beauveria bassiana é um dos fungos mais usados no controle biológico de pragas, como por exemplo, no controle da mosca-branca (*Bemisia tabaci*). Existem no mercado brasileiro e mundial diferentes formulações de produtos à base de *B. bassiana*, principalmente na forma de pó molhável, sendo os conídios o ingrediente ativo principal, juntamente com um inerte. Para esse tipo de fermentação, geralmente a fermentação sólida (SSF) e a bifásica (TSF) são as mais usadas.

Dalzoto e Uhry (2009) citam algumas pragas que são combatidas por *B. bassiana* como o ácaro-rajado (*T. urticae*), cochonilhas (*Dactylopius coccus*), cupins (*Coptotermes sp.*), moleque-da-bananeira (*C. sordidus*), mosca-branca (*B. tabaci*), ácaro-da-falsa-ferrugem (*P. oleivora*), broca-do-café (*H. hampei*), broca-do-rizoma ou moleque-da-bananeira (*C. sordidus*), broca-da-cana-de-açúcar (*D. saccharalis*), *Boophilus microplus* e *A. diaperinus*. *B. bassiana* também atua no controle de carrapatos, uma vez que acomete a cutícula do hospedeiro por interações eletrostáticas seguida da liberação de enzimas hidrolíticas (BERNARDO, 2016).



Figura 3. Broca-do-café infectada pelo fungo *Beauveria bassiana* (Fonte: Google).

3.5 Produção massal de fungos entomopatogênicos

O interesse comercial no desenvolvimento de produtos para controle microbiano de insetos teve início em torno de 1950, quando se constatou a possibilidade de manipular microrganismos para causar doenças em insetos pragas sem provocar danos às espécies benéficas. Os bioinseticidas são vistos hoje como um componente efetivo e de valor nos sistemas de manejo integrado. No Brasil, a produção comercial de bioinseticidas vem crescendo anualmente, gerando emprego, renda e impulsionando um segmento estratégico para agregação de valor aos produtos do agronegócio. No atual cenário do agronegócio brasileiro, o crescimento da agricultura orgânica, aliado às exigências de alimentos isentos de agrotóxicos por parte do mercado consumidor, vêm propulsando o avanço e desenvolvimento de produtos biológicos para controle de pragas agrícolas.

Entre os agentes de biocontrole mais utilizados no mundo, os fungos entomopatogênicos exercem um importante papel em programas de MIP. Esses fungos são encontrados naturalmente infectando e causando doenças em níveis epizooticos (grande número de insetos infectados) em populações de artrópodes. O controle biológico vem atraindo mais adeptos por ser uma opção não poluente, favorável ao equilíbrio biológico, ser duradouro e por aproveitar o potencial biótico do agroecossistema, não ser tóxico para os homens e

animais, poder ser aplicado com máquinas convencionais com pequenas adaptações e, principalmente, ter boa relação custo/benefício (LOPES et al., 2015).

Para que possam ser utilizados no controle microbiano de insetos como inseticidas biológicos, é necessário que os fungos entomopatogênicos sejam produzidos em quantidades suficientes para as chamadas introduções inundativas (aplicações em grandes quantidades), de modo a agir independentemente da densidade populacional da praga. Segundo Pereira e Alves (1998), apesar da importância, grande parte da produção comercial de fungos utiliza técnica artesanal ou semi-artesanal, devido à utilização de mão-de-obra elevada, baixo índice de automatização do processo, utilização de equipamentos adaptados de outras aplicações e utilização de meios de cultura oriundos de matéria prima bruta ou com pouco processamento (LOPES, 2016).

Um dos principais fatores para o sucesso do controle biológico utilizando fungos entomopatogênicos está justamente na possibilidade de realizar a produção de grande quantidade de conídios por um preço competitivo. Dessa forma, o processo de produção deve ser barato e ao mesmo tempo produzir conídios viáveis e virulentos (Robl et al. 2009). As estruturas mais produzidas e comercializadas desses fungos são os conídios, os quais são produzidos na superfície do meio de cultura sólido, dentro de diferentes recipientes conforme o objetivo e escala de produção (ALMEIDA; BATISTA FILHO, 2006).

Os micoinseticidas brasileiros precisam de uma maior padronização quanto à quantidade de conídios em sua formulação. Para o controle de determinada praga, a quantidade de esporos recomendada por diferentes empresas pode variar de aproximadamente $2,0 \times 10^{11}$ a $5,0 \times 10^{12}$ conídios viáveis/hectare. Portanto, para algumas biofábricas especializadas na produção massal recomenda-se a aplicação de 500 g da mistura de arroz e conídios por hectare, enquanto para outras a recomendação é de até 10 kg (FARIA; MAGALHÃES, 2001).

Os fungos entomopatogênicos são comercializados, em sua maioria, nas formulações em grânulos, constituída do fungo mais o substrato (arroz + fungo) e, também na forma de pó molhável (WP ou PM) resultante da moagem do fungo mais substrato (ALVES et al., 2008). O arroz parboilizado, mesmo que em mínima quantidade juntamente com outros substratos, é considerado por alguns autores mais produtivo (LEITE et al., 2003; OTTATI-DE-LIMA et al., 2010), porque devido ao seu enriquecimento de nutrientes disponível, tamanho do grão e hidratação, tem a capacidade de manter os grãos livres, ou seja, não grudam durante os processos de preparo, esterilização e desenvolvimento do fungo, permitindo assim maior aeração entre estes, e assim o fungo consegue esporular mais (LEITE et al., 2003; OTTATI-DE-LIMA et al., 2010).

Como o processo de produção industrial de esporos de *M. anisopliae* normalmente é realizado em embalagens de polipropileno de 30 x 40 cm alojadas em prateleiras em salas climatizadas, buscou-se reproduzir este procedimento em laboratório (LOPES et al., 2015).



Figura 4. Diagrama esquemático da produção industrial de *M. anisopliae* (Fonte: LOPES et al., 2015).

Todas as etapas do processo são realizadas manualmente, em batelada. Primeiramente, o arroz é embalado em embalagens de polipropileno e umidificado e, posteriormente é levado à esterilização em autoclave. A seguir, os sacos com arroz são levados a um túnel de refrigeração, para resfriamento do substrato, e em seguida o fungo é inoculado manualmente, em câmara de fluxo laminar disposta em uma sala com ar estéril. De um modo geral, são empregados de 300 a 500 g de substrato em cada embalagem plástica. A incubação é realizada em salas de germinação, com temperatura controlada, onde as embalagens com arroz são dispostas em prateleiras de ferro.

As lâmpadas fluorescentes ficam continuamente ligadas e são instaladas no teto e paredes da sala, de modo que há grande variabilidade na intensidade luminosa recebida pelos pacotes com arroz inoculado. Terminada a incubação, os sacos com o fungo são levados às salas de secagem, onde são abertos, e o processo de secagem ocorre naturalmente. A duração desta etapa depende da umidade do ar ambiente, sendo sempre superior a 24 horas. Após a secagem, o arroz com o fungo é transferido manualmente a embalagens de polipropileno com capacidade de aproximadamente 5,0 kg. Este material é armazenado em câmaras de congelamento, com temperatura em torno de -18 °C (LOPES et al., 2015).

4 ESTÁGIO SUPERVISIONADO

4.1 Descrição do local de estágio

A empresa Biomip Agentes Biológico faz parte do grupo Rehagro. Está localizada na Rua Fábio Modesto, 128, bairro Vila Joaquim Sales, em Lavras, MG. Trata-se de uma biofábrica onde são produzidos os produtos à base dos fungos entomopatogênicos. Conta com uma equipe composta por estagiários, auxiliares de laboratório, gerente de produção, gerente de vendas e diretora técnica.

4.2 Histórico

A empresa Biomip foi criada em 2018; inicialmente, era uma startup idealizada pela entomologista Dra. Fernanda Abreu, que logo após, foi aderida pelo grupo Rehagro. Tem como objetivo levar ao produtor rural soluções eficazes no controle de pragas agrícolas por meio do uso de fungos entomopatogênicos.

O grupo Rehagro, há quase 20 anos contribui para o agronegócio com suas várias empresas que permeiam as diversas áreas da agropecuária, como pesquisa, ensino e extensão. As empresas do grupo são: Faculdade Rehagro que visa à educação para o agronegócio, fornecendo cursos em várias áreas, além de cursos de pós-graduação; Rehagro Consultoria que atua na consultoria técnica ao produtor, levando novas tecnologias e ferramentas para melhorias no negócio rural; Rehagro pesquisa, que atua na pesquisa de desenvolvimento de produtos e mercado; 3rlab que realiza diversas análises como análises de solo, de água, de forragens, minerais, rações, foliar e concentrados, visando aumentar a produtividade no agronegócio; Ideagri, que oferece inovações para o desenvolvimento do agronegócio, por meio de softwares de gestão financeira e zootécnicos de fazendas de gado de corte e de leite e por fim; e a empresa mais nova do grupo, a Biomip, que atualmente produz micoinseticidas para controle de diversas pragas em diversas culturas, possibilitando que o controle biológico possa ser usado pelo produtor rural.



Figura 5. Empresas do grupo Rehagro (Fonte: website Rehagro).

A Biomip trabalha no modelo comercial B2C (Business to Costumer), atendendo o consumidor final com produtos diretamente da fábrica, garantindo assim mais proximidade com o produtor rural, podendo auxiliar no uso dos produtos e garantindo a qualidade até o final do processo, que consiste na aplicação do produto no campo. Em 2021, a empresa inaugurou sua nova biofábrica, com 600 m² de área fabril, para aumentar sua capacidade produtiva e atender as demandas de mercado. Apresenta, atualmente, em seu portfólio dois produtos registrados, sendo eles Biometá[®] e Biobassi[®], e está com alguns em fase de registro no MAPA, visando cumprir sua missão de viabilizar o uso de produtos biológicos na agropecuária.

A empresa Biomip Agentes Biológicos consiste em uma biofábrica que produz de forma massal fungos entomopatogênicos através de um substrato sólido, visando à produção de conídios que quando liberados de forma inundativa no campo farão o controle das pragas presentes, pois ao infectar os insetos causam doenças nestes os levando a morte.

4.3 Instalações físicas

A nova sede da empresa localiza-se na Avenida Fábio Modesto, 128, na Vila Joaquim Sales. A biofábrica apresenta 600 m², onde se tem a parte administrativa e comercial, e a fábrica dividida em: área de preparo do substrato sólido; salas de inoculação; salas de crescimento dos fungos; sala de processamento onde se localiza a máquina extratora dos fungos; área de despacho onde os produtos são preparados para o envio direto ao cliente. Essa estrutura foi desenvolvida para produzir os insumos microbiológicos e aumentar a capacidade produtiva da empresa.



Figura 6. Vista parcial da fachada da empresa Biomip, Lavras, MG, agosto de 2021.

(Fonte arquivo da empresa Biomip)

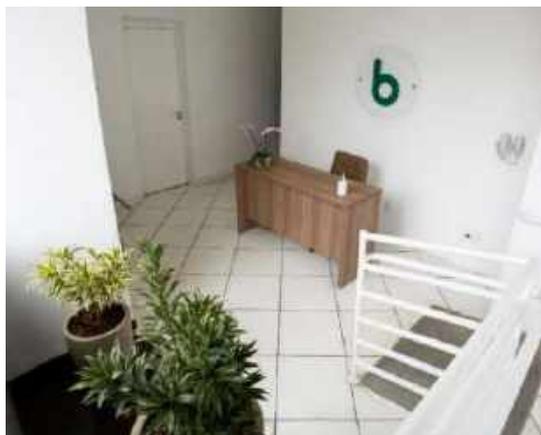


Figura 7. Vista parcial da recepção da empresa Biomip, Lavras, MG, agosto 2021.
(Fonte: arquivo da empresa Biomip)



Figura 8. Vista parcial da sala de reuniões da empresa Biomip, Lavras, MG, agosto 2021.
(Fonte: arquivo da empresa Biomip)



Figura 9. Vista parcial da sala do marketing da empresa Biomip, Lavras, MG, agosto 2021.
(Fonte: arquivo da empresa Biomip)



Figura 10. Sala da diretoria da empresa Biomip, Lavras, MG, agosto 2021.

(Fonte: arquivo da empresa Biomip)



Figura 11: Laboratório de análises microbiológicas da empresa Biomip, Lavras, MG, agosto 2021.

(Fonte: arquivo da empresa Biomip)

4.4 Descrição das atividades desenvolvidas

O estágio iniciou-se em 07 de abril de 2020 e terminou em 28 de fevereiro de 2021, e foi realizado na biofábrica da empresa Biomip, em Lavras, MG. As atividades foram realizadas em todos os setores da empresa, desde toda a parte de produção, preparo dos produtos, testes para avaliar a qualidade dos produtos biológicos, contato com os produtores para proporcionar que a solução do uso de produtos a base dos fungos *M. anisopliae* e *B. bassiana* pudessem chegar no campo de forma a realizar o controle das pragas presentes. Além disso, foi possível o contato com a equipe de trabalho, o que possibilitou maior envolvimento com o trabalho em equipe em um ambiente corporativo.

A empresa Biomip tem dois produtos registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, sendo eles o produto Biometa[®] que tem em sua composição o fungo entomopatogênico *M. anisopliae* cepa IBCB 425, contendo 990 g do fungo por quilograma de produto. Biometa[®] possui registro para as seguintes pragas: *M. fimbriolata* (cigarrinha-da-raiz), *Z. enteriana* (cigarrinha-das-pastagens) e *D. flavopicta* (cigarrinha-das-pastagens; cigarrinha-

dos-capinzais). Por ser um inseticida microbiológico de contato, o produto é indicado para todas as culturas com a ocorrência dessas pragas.

Sua aplicação pode ser feita de forma terrestre ou aérea, utilizando pontas de pulverização do tipo "leque" para que o produto atinja o alvo que são a base das touceiras das plantas onde se encontram as ninfas das cigarrinhas, protegidas por uma espuma. A formulação é em pó molhável; sendo assim, se faz necessário o preparo da calda para pulverização. Sua classe agrônômica é de inseticida microbiológico, e está na classe toxicológica: 5 - Produto Improvável de Causar Dano Agudo, na classe Ambiental: IV - Produto pouco perigoso ao meio ambiente, sendo não inflamável e não corrosivo. Como as ninfas das cigarrinhas ficam nas touceiras e protegidas por uma espuma, seu controle é mais difícil, sendo o controle químico mais utilizado para o controle dos insetos adultos. Porém, o fungo *M. anisopliae* consegue atingir as espumas e assim atingir as ninfas fazendo um controle bem efetivo dessas pragas. A maior ocorrência dessas pragas ocorre após o início das chuvas, e assim atingindo o nível de dano econômico já deve se iniciar o manejo dessas pragas para evitar maiores danos.



Figura 12. Espécies de pragas *Mahanarva fimbriolata* (cigarrinha-da-raíz), *Zulia entreriana* (cigarrinha-das-pastagens) e *Deois flavopicta* (cigarrinha-das-pastagens; cigarrinha-dos-capinzais), respectivamente, controladas pelo produto Biometa®

(Fonte: Google).



Figura 13. Fases biológicas da cigarrinha. (Fonte: Ebook Cigarrinha das pastagens Biomip).

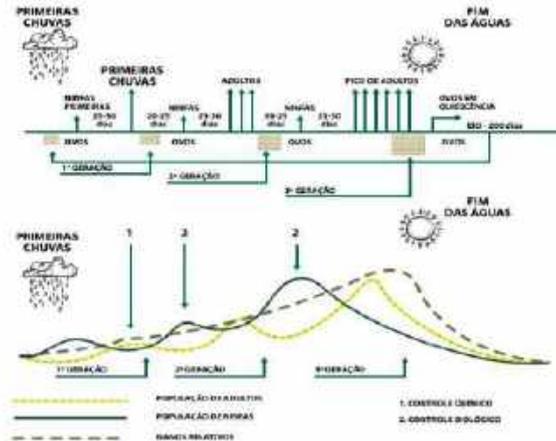


Figura 14. Controle integrado das cigarrinhas das pastagens (Fonte: Gallo et al., 1988).

O outro produto registrado pela empresa é o Biobassi[®], que tem como ingrediente ativo o fungo *B. bassiana* isolado IBCB 66, contendo 996 g de fungo por quilograma de produto. Biobassi[®] está na classe agrônômica de inseticida microbiológico e acaricida microbiológico, sendo registrado para o controle de *B. tabaci* raça B (mosca-branca), *C. sordidus* (moleque-da-bananeira), *T. urticae* (ácaro-rajado) e *D. maidis* (cigarrinha-do-milho). Sua formulação é em pó molhável e pode ser diluída em água e seu modo de ação é por contato, está na classe toxicológica: 5 - Produto Improvável de Causar Dano Agudo, na classe Ambiental: IV - Produto pouco perigoso ao meio ambiente, sendo não inflamável e não corrosivo. Sendo assim, na biofábrica da empresa Biomip esses fungos entomopatogênicos são produzidos de forma massal visando atender a demanda de mercado e fornecer insumos biológicos de qualidade.



Figura 15: Espécies de pragas *Bemisia tabaci* raça B (mosca-branca), *Cosmopolitas sordidus* (moleque da bananeira), *Tetranychus urticae* (ácaro rajado) e *Dalbulus maidis* (cigarrinha do milho), respectivamente controladas pelo produto Biobassi[®]

(Fonte: Google).



Figura 16. Embalagens dos produtos microbiológicos Biometa® e Biobassi® (Fonte: da autora).

Para se entender a importância do uso desses produtos biológicos na agropecuária, pode-se relacionar com os danos causados pelas pragas nas culturas. As cigarrinhas das pastagens e das raízes causam danos como o amarelecimento das folhas, pois os indivíduos adultos ao se alimentarem sugam a seiva das plantas e injetam toxinas. Quando as populações são elevadas pode ocorrer o secamento de todo o pasto, o que interfere diretamente na alimentação animal, diminuindo assim a produção de matéria seca, a qualidade do pasto e a capacidade suporte deste pasto, sendo necessário a retirada do gado desses pastos, gastos com rações e perda de áreas de produção. Com o uso do produto Biometa®, controla-se essas populações de cigarrinhas já nas fases de ninfas, presentes nas touceiras, e adultos, visando não prejudicar o pasto e assim manter a produção animal.



Figura 17. Cigarrinhas infectadas pelo fungo *M. anisopliae* (Fonte: arquivo Biomip).

As pragas controladas pelo fungo *B. bassiana* também causam diversos prejuízos para as plantas. O ácaro-rajado é uma espécie polífaga, atingindo várias culturas. Quando atacam as folhas estas se tornam amareladas, podendo ocorrer necrose e desfolha precoce, o que interfere diretamente na produtividade. O moleque-da-bananeira pode danificar os tecidos internos, pois

abre galerias nos rizomas e nos pseudocaulis, prejudicando assim as bananeiras e podendo levá-las à morte. As cigarrinhas-do-milho sugam seiva e injetam toxinas nas folhas, além de serem vetoras de patógenos que causam o enfezamento-pálido, enfezamento-vermelho e virose-da-risca no milho. Já as moscas-brancas estão presentes em várias culturas, sendo vetoras de vírus. Fazem a sucção de seiva das plantas, causando assim o amarelecimento e encarquilhamento das folhas, reduzindo a produtividade. Todas essas pragas produzem efeito direto na redução da produtividade das culturas, podendo causar danos econômicos aos produtores. Sendo assim, são necessárias medidas de controle quando há altas infestações dessas pragas na lavoura. Com o uso do produto Biobassi® é possível ter um controle eficaz dessas pragas no campo, evitando os danos mais severos à cultura.



Figura 18. *Cosmopolites sordidus* (moleque-da-bananeira) infectado pelo fungo *B. bassiana* (Fonte: da autora).

Os produtos microbiológicos por serem à base de seres vivos necessitam de condições ótimas para seu crescimento e desenvolvimento. Sendo assim, a aplicação desses produtos deve ser em horários com temperaturas mais amenas, de preferência no início da manhã ou final da tarde, pois assim os conídios não serão expostos à radiação UV, o que prejudica seu desenvolvimento no ambiente. Além disso, não se deve ter a presença de ventos fortes e é mais recomendado a aplicação desses produtos quando se tem umidade do ar igual ou maior que 60% pois os fungos necessitam de umidade para que ocorra a germinação, esporulação e colonização os insetos, para que se tenha um controle efetivo das pragas.

Na biofábrica, são feitos os preparos de substrato para o crescimento dos fungos. Dessa forma, é feito primeiramente o preparo do substrato sólido; no caso se utiliza arroz e ensaque deste em sacos de polipropileno que aguentam a elevação da temperatura para esterilização, após o preparo é feito o processo de esterilização em autoclave a temperatura de 120°C e

pressão de 1 kgf/cm² por alguns minutos. Após a autoclavagem, o meio sólido é enviado à sala de inoculação para que o inóculo do fungo de interesse seja multiplicado.



Figura 19. Autoclave para esterilização de materiais (Fonte: da autora).

O inóculo é preparado com placas de Petri, contendo o meio de cultura BDA e o fungo que será inoculado. Para multiplicar os fungos são utilizadas placas de vidro contendo meio de cultura nutritivo para possibilitar o crescimento dos fungos. Para isto, primeiramente se esteriliza as placas de vidro em estufa a 200 °C durante 2 horas. Também é necessário esterilizar o meio de cultura; para preparo deste pesa-se o meio BDA (batata, dextrose, ágar) em pó e adiciona-o em água deionizada em frascos de reagentes; realiza-se a homogeneização deste. Posteriormente é necessário a esterilização do meio de cultura; esta é feita em autoclave, à temperatura de 120°C e pressão de 1 kgf/cm² por cerca de 30 minutos. Após a retirada dos frascos da autoclave pode-se verter o meio de cultura nas placas de Petri, dentro da câmara de fluxo laminar. Após a solidificação do meio de cultura pode-ser realizada a replicagem dos fungos.

A replicagem dos fungos deve ser feita em câmara de fluxo laminar, com auxílio da alça de replicagem flambada em bico de Bunsen. Para que seja esterilizada, retira-se os esporos da placa matriz onde se tem a cultura pura do fungo e adiciona-se nas placas contendo meio de cultura solidificado. Após este processo, as placas são vedadas com plástico filme e são incubadas em câmara BOD, por 7 dias a 25°C com fotoperíodo de 12 horas. Ao final desses 7 dias, as placas são retiradas da BOD e podem ser armazenadas em geladeira até que sejam utilizadas para preparo do inóculo para multiplicação no substrato sólido.



Figura 20. Replicagem dos fungos em placas de Petri contendo meio de cultura BDA.
(Fonte: da autora).

Com isso, as placas de Petri contendo os fungos serão utilizadas. Os esporos dos fungos presentes nas placas são adicionados à água deionizada autoclavada e assim está pronto o inóculo para adicioná-lo ao substrato. Após a inoculação se faz a homogeneização do substrato com o inóculo. Com a presença do fungo no meio sólido se faz a incubação na sala de crescimento por 7 dias à temperatura de 25°C para que o fungo se multiplique e produza conídios para que este seja utilizado para a formulação do produto. Nas salas de crescimento é necessário o controle do fotoperíodo, sendo necessárias 12 horas de escuro e 12 horas de luz. A temperatura também deve ser controlada visando permanecer entre 25°C mais ou menos 2°C; essas características do ambiente ajudam no desenvolvimento dos fungos, na sua multiplicação e colonização do meio sólido.

Os fungos têm características marcantes que os diferenciam interespecificamente. As características observadas do fungo *M. anisopliae* são coloração esverdeada, verde musgo, o inverso das placas contendo o fungo e o meio BDA são de cor amarelada, o crescimento envolvendo o meio sólido, esporos com formato de bastão e grande produção de conídios. O fungo *B. bassiana* possui coloração branca, conídios pequenos e arredondados. Os fungos produzem enzimas como as quitinases que possibilitam a degradação da quitina presente na constituição corporal dos insetos.

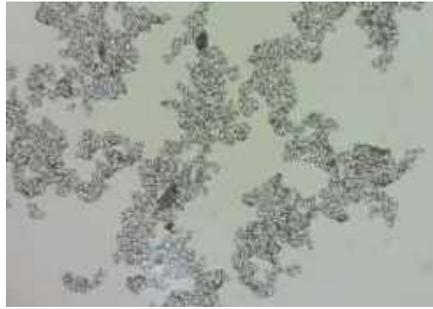


Figura 21. Conídios do fungo *Metarhizium anisopliae* visto em microscópio óptico aumento de 400x
(Fonte: da autora).



Figura 22. Placa de Petri com meio de cultura BDA com o fungo *Metarhizium anisopliae*.
(Fonte: da autora)



Figura 23. Conídios do fungo *Beauveria bassiana* visto em microscópio óptico aumento de 400x
(Fonte: da autora).



Figura 24. Placa de Petri com meio de cultura BDA com o fungo *Beauveria bassiana*.
(Fonte: da autora).

Após o crescimento do fungo, o arroz colonizado é levado à sala de secagem, que possui temperatura e umidade controlada, onde este substrato com os conídios vão perder umidade para que seja possível realizar a separação dos conídios do meio sólido. Após o período de secagem, realiza-se a extração dos esporos; assim, neste processo os esporos dos fungos são separados do substrato sólido através de uma máquina extratora.

Os esporos são estruturas de reprodução assexuada, formados através da mitose e posterior divisão celular. Quando ocorre a germinação do esporo, surge um novo indivíduo com genética idêntica ao do parental. Com isso, os esporos são utilizados como ingrediente ativo dos produtos à base dos fungos entomopatogênicos, pois essa estrutura reprodutiva quando aplicada em campo conseguirá infectar os insetos fitófagos e se multiplicarem no ambiente, atingindo várias pragas. Por esse motivo, os esporos são usados como micoinseticidas visando ao controle biológico de pragas agrícolas. Os esporos podem ser armazenados em câmara fria a -6°C até chegar o momento do preparo e envio do produto ao cliente. Os esporos do fungo *M. anisopliae* constituem o produto biológico Biometal® e os esporos do fungo *B. bassiana* constituem o produto Biobassi®

Os micoinseticidas são formulados utilizando-se os esporos, que são o ingrediente ativo da formulação, e outros ingredientes que favoreçam a multiplicação e sobrevivência dos microrganismos no campo. A formulação desses produtos é em pó molhável e assim podem ser misturados em água para se ter a calda que será pulverizada na área para que os fungos entrem em contato com as pragas-alvo. Após a formulação, é feito o envase dos produtos microbiológicos em embalagens metálicas contendo o rótulo e a bula do produto. Após o envase os produtos, são armazenados novamente em câmara fria. Como a empresa utiliza o modelo comercial B2C (Business to Customer) e atende o consumidor final com produtos diretamente da fábrica, os pedidos dos clientes são enviados para a biofábrica e assim realiza-se o preparo da caixa contendo os produtos microbiológicos para envio do produto ao cliente, o que possibilita o envio para todo o país, com qualidade, e assim seja solução para o produtor rural.

O controle de qualidade dos produtos é de extrema importância. Por serem formulados com microrganismos é preciso verificar quesitos como quantidade de conídios e viabilidade destes para que os fungos possam agir de forma efetiva no campo. Para a verificação de quantidade de conídios se faz o processo de diluição da amostra da seguinte forma: inicialmente pesa-se 1g do produto em pó em tubos de ensaio, onde é adicionada a água para realizar a diluição seriada (figura 25). No primeiro tubo é pipetado 1 ml de água e o pó; o tubo é vedado

com papel filme para a solução ser misturada em vortex por 1 minuto. Nos outros tubos de ensaio são pipetados 0,9 ml de água. No segundo tubo é pipetado 0,1 ml da solução estoque (primeira solução) e colocado no vortex para homogeneização por 1 minuto. No terceiro tubo é pipetado 0,1 ml da solução do tubo dois e feito o mesmo processo para homogeneização da solução. Por fim, no tubo quatro é feito o mesmo processo dos tubos 2 e 3.

A solução do tubo 4 (10^{-3}) é adicionada na câmara de Neubauer, e esta é colocada sob microscópio para visualização e contagem dos conídios. A contagem é feita nos 4 quadrantes em que cada um apresenta 16 quadradinhos (figura 26). Após a contagem é realizado o cálculo para obtenção do número de conídios por grama de produto. Para o cálculo: Número de esporos contados $\times 10^3 \times 10^4 \times 10 =$ número de esporos/grama.

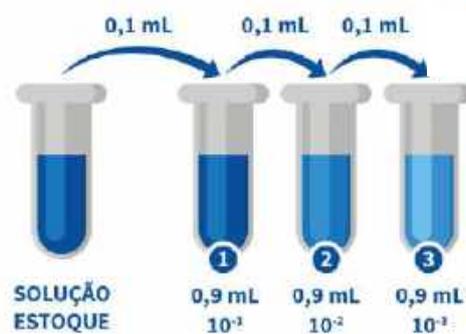


Figura 25. Diluição seriada (Fonte: Kasvi)

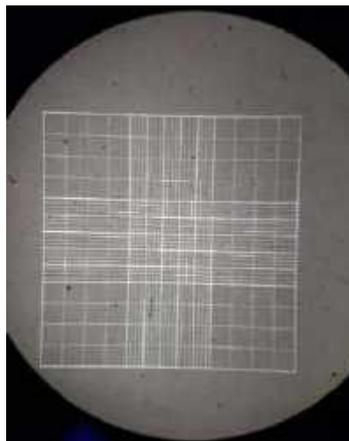


Figura 26. Visualização da Câmara de Neubauer no microscópio. (Fonte: da autora)

A amostra analisada é então adicionada em placa de Petri contendo meio BDA e incubada em BOD durante 16 a 18 horas para se verificar a quantidade de conídios que germinaram e assim se calcular a viabilidade daquele lote e produto, para garantir que o produto tenha eficiência. O cálculo da quantidade de conídios viáveis por grama de produto é o seguinte:

Quantidade de conídios total (contagem de conídios) ----- 100%

Quantidade de conídios viáveis (germinados) ----- x% (viabilidade do produto)

Quantidade de conídios total x viabilidade (%) = conídios viáveis por grama de produto

A quantidade mínima de conídios deve ser de 2×10^9 conídios viáveis por grama de produto e 80% de germinação. Sendo assim, o controle de qualidade por meio da realização das análises quantitativas dos produtos microbiológicos é de extrema importância para se garantir a qualidade do produto e para que tenha resultado no controle biológico das pragas agrícolas.

Testes são realizados para melhoria dos produtos com o objetivo de buscar melhorias constantes. Para que se consiga realizar o uso de vários métodos de controle como o biológico e o químico é necessário conhecer a compatibilidade do produto microbiológico com os produtos químicos para que se possa otimizar as aplicações. Visando conseguir os dados de compatibilidade entre os produtos Biometa® e Biobassi® com produtos químicos, como inseticidas, fungicidas, herbicidas, são realizados testes de compatibilidade utilizando agroquímicos que são usados nas lavouras nos mesmos intervalos de aplicação. A avaliação da mistura dos produtos microbiológicos com os outros insumos viabiliza o uso dos produtos biológicos e flexibiliza a forma de aplicação, sendo de grande importância principalmente para MIP.

Através das redes sociais foram feitas campanhas de publicidade para divulgação do produto Biometa®. Sendo assim, foi realizado o processo de monitoramento das planilhas e contato com os potenciais clientes interessados em solucionar o problema causado pelas cigarrinhas-das-pastagens. Com isso, pode-se entender de forma mais aprofundada as necessidades e a realidade do produtor que busca soluções para mitigar adversidades como pragas que possam comprometer a sua produção agrícola e pecuária.



Figura 27. Equipe Biomip, Lavras, MG, agosto 2021. (Fonte: arquivo da empresa Biomip).

5 CONCLUSÃO

Tendo em vista as atividades desenvolvidas e o estágio realizado na empresa Biomip, conclui-se que este estágio foi de grande importância para minha formação como profissional, possibilitando o maior contato com o ambiente corporativo, o que abriu horizontes para novos desafios e oportunidades. O conhecimento adquirido quanto à produção massal dos fungos entomopatogênicos afirmou o interesse pela microbiologia agrícola despertado desde a minha iniciação científica. Com o crescimento ascendente do uso do controle biológico e de produtos microbiológicos para o controle de pragas, essa oportunidade se tornou de grande valia para minha formação como engenheira agrônoma. Com isso, a convivência com profissionais de diferentes áreas e diferentes perfis fez com que ocorresse o desenvolvimento e melhoria nas relações pessoais, o que me fez me tornar uma pessoa melhor e mais aberta ao diálogo.

Como houve a oportunidade de permanecer por um bom tempo na empresa, consegui participar dos processos de forma integral, entendendo sobre todas as áreas, desde o início da produção até a entrega dos produtos para o cliente, entendendo a dinâmica do funcionamento de uma empresa desse ramo. Assim, foi possível aplicar os conhecimentos adquiridos no curso de Agronomia, principalmente em relação ao manejo de pragas, época de ocorrência das pragas, ciclo das culturas, uso de produtos químicos e técnicas de microbiologia.

Por fim, agradeço a oportunidade de imersão na empresa Biomip Agentes Biológicos, que fomentou conhecimentos nas áreas de vendas, laboratório, microbiologia e controle biológico de pragas, fazendo com que o olhar de estudante se tornasse um olhar de profissional que visa cooperar para que o agronegócio seja mais sustentável e que novas tecnologias de manejo possam chegar ao campo para dar suporte aos produtores, viabilizando a produção e aumento da produtividade das lavouras. Com isso, finalizo o trabalho com conhecimentos teóricos e práticos consolidados, uma pessoa mais proativa e empenhada com um olhar mais aberto para as novas oportunidades para a carreira que se inicia.

6 REFERÊNCIAS

A AGRICULTURA e os objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS). [S. l.]. Disponível em: <https://croplifebrasil.org/noticias/a-agricultura-e-os-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel-ods/>. Acesso em: 16 out. 2021.

AGRICULTURA moderna: conheça as tecnologias que fazem parte do campo. [S. l.], 16 jun. 2020. Disponível em: <https://croplifebrasil.org/noticias/agricultura-moderna-conheca-as-tecnologias-que-fazem-parte-do-campo/>. Acesso em: 16 out. 2021.

AGROFIT. [S. l.], 16 out. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/agrotoxicos/agrofit>. Acesso em: 16 out. 2021.

ALMEIDA, J.E. M; BATISTA FILHO, A. Controle biológico da cigarrinha-da-raiz da cana-de-açúcar com o fungo *Metarhizium anisopliae*. Boletim Técnico do Instituto Biológico. São Paulo, n.16, p.1-19, 2006.

ALVES, L.F.A.; NEVES, P.M.J.O.; FARIA, M.R. (coord.) Recomendações para utilização de fungos entomopatogênicos no controle de pragas. Ed. CP 2: Piracicaba, 2010, 52 p.

ALVES, S. B.; LOPES, R. B.; VIEIRA, S. A.; TAMAI, M. A. Microbial control of pests in Latin America: advances and challenges. Piracicaba: FEALQ, 2008. 414 p.

ALVES, S.B. Fungos entomopatogênicos. In: ALVES, S.B. controle microbiano de insetos. 2.ed. São Paulo: FEALQ, 1998b. p. 289-381.

ALVES, S.B. et al. *Beauveria bassiana* yeast phase on agar medium and its pathogenicity against *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) and *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). Journal of Invertebrate Pathology, v.81, n.2, p.70-77, 2002.

ALVES, S.B. Perspectiva para utilização de fungos entomopatogênicos no controle de pragas no Brasil. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, n. 27, p. 77-86, 1992.

ARRUDA, W. Caracterização molecular e morfofisiológica de diferentes isolados de fungos entomopatogênicos *Metarhizium anisopliae* e análise e morfológica do processo de infecção em *Boophilus*. 2005, 145 p. Tese (Doutorado em Biologia celular e Molecular). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

BATISTA FILHO, A., L.F.A. ALVES, J.E.M. ALMEIDA, L. G. LEITE, L.A. MACHADO, V.A. COSTA, M. E. SATO, N.W. PERIOTO, R.I.R. LARA. Controle biológico de insetos e ácaros. Boletim Técnico Instituto Biológico, n. 15, 2006, 85 p.

BERNARDO, C.D.C. Conídios e blastosporos de *Metarhizium spp.* e *Beauveria bassiana*: virulência para *Rhipicephalus microplus* e resposta ao calor e à radiação UV-B. 2016. 97f. Tese (Doutorado em Medicina Tropical e Saúde Pública) – Universidade Federal de Goiás, 2016.

BETTIOL, W.; GHINI, R. Proteção de plantas em sistemas agrícolas alternativos. In: CAMPANHOLA, C.; BETTIOL, W. Métodos alternativos de controle fitossanitário. Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, p.79-95. 2003.

BISCHOFF, J.F.; REHNER, S.A.; HUMBER, R.A.A. Multilocus phylogeny of the *Metarhizium anisopliae* lineage. Mycologia, v. 101, n. 4, p. 512 – 530, 2009.

CAMPAGNOLLA, C.; BETTIOL, W. (Ed.). Métodos alternativos de controle fitossanitário. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003. 279 p. p. 79-95.

CONTROLE biológico faz parte do futuro da agricultura. [S. l.]. Disponível em: <http://croplifebrasil.org/conceitos/controle-biologico/>. Acesso em: 16 out. 2021.

DALZOTO, P. R.; UHRY, K. F. **CONTROLE BIOLÓGICO DE PRAGAS NO BRASIL POR MEIO DE *BEAUVERIA BASSIANA* (BALS.) VUILL.** *Biológico*, São Paulo, v.71, n.1, p.37-41, jan./jun., 2009

DE MOURA, N.A. et al. Avaliação do controle biológico da broca de rizoma da bananeira (*Cosmopolites sordidus* Germ., 1824) utilizando o fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. *Revista Eletrônica de Biologia*, v.8, n.2, p.246-261, 2015.

Embrapa. *Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira*. – Brasília, DF: Embrapa, 2018. 212 p.: il. color.; 18,5 cm x 25,5 cm. ISBN 978-85- 7035-799- 1.

FARIA, M. R. de; MAGALHÃES, B. P. O uso de fungos entomopatogênicos no Brasil: situação atual e perspectivas. *Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento*. n. 22, p. 18-21, set./out. 2001.

FARIA, M. R. de; WRIGHT, S. P. Mycoinsecticides and mycoacaricides: a comprehensive list with worldwide coverage and international classification of formulation types. *Biological Control*, Orlando, v. 43, n. 3, p. 237–256, Dec. 2007.

FERRON, P. Biological control of insect pests by entomogenous fungi. *Annual Review of Entomology*, New York, n. 23, p. 409-42, 1978.

GRAVENA, S. Manejo Ecológico da Broca-do-Café com inseticidas biológicos. In: DIA DO MANEJO DE PRAGAS DO CAFÉ. 1., 2006. Palestras. Disponível em: Acesso em: 16 out. 2007.bettiol

GUIMARÃES, A.G.L.P. et al. Produção de conídios e enzimas hidrolíticas por *Beauveria Bassiana* (Bals.) vuillemin (Deuteromycotina: Hyphomycetes) em diferentes substratos. 2016. 117f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Universidade Federal da Paraíba, 2016.

KASSAB, S. O. et al. *Metarhizium anisopliae* no controle da cigarrinha-da-raiz da cana-de-açúcar *Mahanarva fimbriolata* (STÅL, 1854) (HEMIPTERA: CERCOPIDAE). *Global Science and Technology*. Rio Verde - GO, v. 5, n. 03, p. 98–106, 2012b.

KOGAN, M. Integrated pest management: historical perspectives and contemporary developments. *Annual Review of Entomology*, v. 43, p. 243–270, 1998.

LEITE, L.G.; BATISTA FILHO, A.; ALMEIDA, J.E.M; ALVES, S.B. (Ed.). *Produção de fungos entomopatogênicos* Ribeirão Preto: A.S. Pinto, 2003. 92p.

LENTEREN, J.C. van. The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. *BioControl*, v.57, n.1, p.1-20, Feb. 2012.

LOPES, I. C., F. P. CASCIATORI, J. C. THOMÉO. Produção de *metarhizium anisopliae* em diferentes escalas e em biorreator de bandeja. Universidade Federal de São Carlos, 2015.

LOPES, Isabella de Cenço. **Produção de conídios do fungo entomopatogênico *Metarhizium anisopliae* em diferentes condições de cultivo e em biorreator de bandeja**. 2016. Dissertação (Mestrado em Microbiologia) - Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de São José do Rio Preto., [S. l.], 2016. Disponível em:

https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/139445/lopes_ic_me_sjrp.pdf?sequence=5&isAllowed=y. Acesso em: 16 out. 2021.

LOVATTO, Maike; RIBEIRO, Leandro. MANEJO das cigarrinhas-das-pastagens com fungos entomopatogênicos. **Agropecuária Catarinense, Florianópolis**, 2017. [S. l.], v.30, n.2, p.42-46.

MALAGODI, M.; VEIGA, A.F.S.L. Patogenicidade de *Metarhizium anisopliae* (Metschn) Sorok. e *Beauveria bassiana* (Bals. Vuill sobre o cupim *Nasutitermes* (Dudley) (Isoptera:Termitidae) em laboratório. Anais... Sociedade Entomológica do Brasil, Londrina, v. 24, n. 2, p. 315-22, 1995.

MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS. **Apostila Entomologia**, [s. l.], 2010. Disponível em: https://www.ica.ufmg.br/wp-content/uploads/2017/06/apostila_entomologia_2010.pdf. Acesso em: 16 out. 2021.

MARCANO, D.A. de; MARCANO, A.J.; MORALES, M. Pathogenicity of *Beauveria bassiana* and *Paecilomyces fumosoroseus* to adults of sweet potato weevil *Cylas formicarius elegantulus* Summers (Curculionidae). Revista de la Facultad de Agronomía, Maracaibo, Venezuela, Universidad del Zulia, v. 16, p. 52-63, 1999.

MASCARIN, GABRIEL MOURA. Técnica de produção do fungo entomopatogênico *Metarhizium anisopliae* para uso em controle biológico / Gabriel Moura Mascarin, Eliane Dias Quintela. – Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2013. 17 p. – (Documentos / Embrapa Arroz e Feijão, ISSN 1678-9644; 289)

MICHEREFF FILHO, M.; FARIA, M.R. de Fungos entomopatogênicos: o que mudou nos últimos 30 anos? In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 10., 2007, Brasília, DF. *Resumos* Brasília, 2007. 1 CD-ROM.

MICHEREFF FILHO, Miguel. **MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS EM HORTALIÇAS**. [S. l.]. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/91511/1/Manejo-integrado-de-pragas-hortalicas.pdf>. Acesso em: 16 out. 2021.

Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <<http://agricultura-br.com/>>. Acesso em: 2021.

OTTATI-DE-LIMA, E.L. *Produção de Metarhizium anisopliae (Metsch) Sorok Beauveria bassiana (Bals.) Vuill em diferentes substratos e efeito da radiação ultravioleta e da temperatura sobre estruturas infectivas desses entomopatogênicos* 2007. 92f. Tese (Doutorado em Agronomia – Área de Proteção de Plantas) - Faculdade de Ciências Agrônomicas UNESP, Botucatu, 2007.

PAULA JÚNIOR, T. J. de; VENZON, M.; TEIXEIRA, H.; BETTIOL, W.; MORANDI, M. A. B.; VILELLA, F. M. F.; CASTRO, M. L. M. P. Regulamentação e uso de produtos à base de agentes biológicos para o controle de doenças de plantas e pragas no Brasil. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 34, n. 276, p. 50-57, 2013.

PEREIRA, M. F. A.; BENEDETTI, R. A. L.; ALMEIDA, J. E. M. Eficiência de *Metarhizium anisopliae* (Metsch) Sorokin no controle de *Deois flavipicta* (Stal, 1854), em pastagem de

capim (*Brachiaria decumbens*). Arquivos do Instituto Biológico, v. 75, n. 4, p. 465-469, 2008.

PEREIRA, R.M., S.B. ALVES & P.R. REIS. Segurança no emprego de entomopatógenos, p.21-38. In S.B. Alves, Controle microbiano de insetos, Piracicaba, Fealq, 2ed., 1163p, 1998.

PICANÇO, M. C. **MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS**. https://www.ica.ufmg.br/wp-content/uploads/2017/06/apostila_entomologia_2010.pdf: Viçosa, 2010.

POLANCZYK, R.A.; ALVES, S.B. A importância do controle microbiano de pragas na agricultura sustentável. Revista Brasileira de Agroecologia (Resumos do I Congresso Brasileiro de Agroecologia), 2006.

PROTEÇÃO de plantas em sistemas agrícolas alternativos. In: BETTIOL, Wagner. **Proteção de plantas em sistemas agrícolas alternativos**. [S. l.: s. n.], 2020. cap. 3. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/164646/1/Bettiol-protecao.pdf>. Acesso em: 16 out. 2021.

PROTEÇÃO de plantas em sistemas agrícolas alternativos. In: PINTO, Alexandre de Sene. **Entenda sobre a dose de *Metarhizium anisopliae* utilizada para o controle das cigarrinhas-das-raízes em canavial**. [S. l.], 13/05/2020. Disponível em: <https://gebio.com.br/campo/entenda-sobre-a-dose-de-metarhizium-anisopliae-utilizada-para-o-controle-das-cigarrinhas-das-raizes-em-canavial/>. Acesso em: 16 out. 2021.

PUCHETA, D.M. & FLORES-MACÍAS, ANTONIO & NAVARRO, SILVIA. (2006). Mechanism of action of entomopathogenic fungi. Microbiol. 156. 2164-2171. Resultados do manejo integrado de pragas da soja no Paraná / Osmar Conte... [et al.] – Londrina: Embrapa Soja, 2015. 60 p. : il. ; 21cm. – (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 2176-2937; n.361)

ROBL, D.;SUNG, L. B.;NOVAKOVICH, J. H.;MARANGONI, P. R. D.;ZAWADNEAK, M. A. C.;DALZOTO, P. R.;GABARDO, J.;PIMENTEL, I. C. Spore production in *Paecilomyces lilacinus* (Thom.) samson strains on agro-industrial residues Brazilian Journal of Microbiology, v.40 p.296-300, 2009

SENAR – Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. Grãos: Manejo Integrado de Pragas (MIP) em soja, milho e sorgo/ Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR). — 2. ed. Brasília: SENAR, 2018. 72 p. il. ; 21 cm (Coleção Senar, 181) ISBN 978-85-7664 181-GRÃOS.pdf (cnabrazil.org.br)

SENAR – Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. Grãos: Manejo Integrado de Pragas (MIP) em soja, milho e sorgo/ Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR). — 2. ed. Brasília: SENAR, 2018. 72 p. il. ; 21 cm (Coleção Senar, 181) ISBN 978-85-7664

Silva, Aleksandro Schafer da et al. Ação do fungo *Beauveria bassiana*, isolado 986, sobre o ciclo biológico do cascudinho *Alphitobius diaperinus* em laboratório. Ciência Rural [online]. 2006, v. 36, n. 6 [Acessado 2 Novembro 2021] , pp. 1944-1947. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0103-84782006000600047>>. Epub 06 Nov 2006. ISSN 1678-4596. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782006000600047>.

SILVA, Juliane Aragão da. **PRODUÇÃO DE FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS EM RESÍDUOS DA PALMA DE ÓLEO**. 2019. 45 p. TCC (Engenharia Agrônômica) - Universidade Federal Rural da Amazônia, [S. l.], 2019. Disponível em: <http://bdta.ufra.edu.br/jspui/bitstream/123456789/1222/1/Produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20fungos%20entomopatog%C3%AAnicos%20em%20res%C3%ADduos%20da%20palma%20de%20C3%B3leo.pdf>. Acesso em: 16 out. 2021.

Simpósio de Controle Biológico (10.: 2007: Brasília, DF). X SICONBIOL: inovar para preservar a vida / Rose Monnerat ... [et al.]. (organizadora). -- Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2007. XX p. -- (Documentos / Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 0102 - 0110; 250).

UHRY, K.F. Aspectos do controle biológico de pragas no Brasil por meio de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. 2007. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Paraná, 2007.

VAN LENTEREN, J. C. The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. *Biocontrol*, v. 57, n. 1, p. 1-20, 2012.

ZAMBIAZZI, E. V, et al. Patogenicidade de *Beauveria bassiana* no controle in vitro da lagarta-da-espiga do milho (*Helicoverpa zea*). **Revista de Ciências Agrárias**, 2016.