

**SUSCETIBILIDADE DE LAGARTAS DESFOLHADORAS DO ALGODOEIRO AO FUNGO *Beauveria bassiana* MISTURADO AO CAULIM**

**JOSIVALDO DA SILVA GALDINO**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CAMPINA GRANDE-PB  
FEVEREIRO DE 2019**

**SUSCETIBILIDADE DE LAGARTAS DESFOLHADORAS DO ALGODOEIRO AO FUNGO *Beauveria bassiana* MISTURADO AO CAULIM**

**JOSIVALDO DA SILVA GALDINO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Estadual da Paraíba / Embrapa Algodão, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias / Área de Concentração: Agricultura familiar e sustentabilidade.

**Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Domingues da Silva**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CAMPINA GRANDE-PB  
FEVEREIRO DE 2019**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

G149s Galdino, Josivaldo da Silva.  
Susceptibilidade de lagartas desfolhadoras do algodoeiro ao fungo *Beauveria bassiana* misturado ao caulim [manuscrito] / Josivaldo da Silva Galdino. - 2019.  
36 p.  
Digitado.  
Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Estadual da Paraíba, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa, 2019.  
"Orientação : Prof. Dr. Carlos Alberto Domingues da Silva, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa."  
1. *Gossypium hirsutum*. 2. Cultura do algodão. 3. Praga do algodoeiro. 4. Curuquerê. I. Título  
21. ed. CDD 633.51

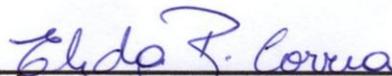
**JOSIVALDO DA SILVA GALDINO**

**SUSCETIBILIDADE DE LAGARTAS DESFOLHADORAS DO ALGODOEIRO AO FUNGO *Beauveria bassiana* MISTURADO AO CAULIM**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Estadual da Paraíba / Embrapa Algodão, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias / Área de Concentração: Agricultura familiar e sustentabilidade.

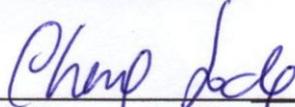
Aprovado em 26 de fevereiro de 2019

**BANCA EXAMINADORA**



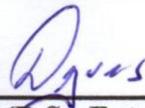
---

**Elida Barbosa Corrêa (D.Sc., Proteção de Plantas) - UEPB**



---

**Cherre Sade Bezerra Da Silva (D.Sc. Entomologia) – Embrapa Algodão**



---

**Carlos Alberto Domingues da Silva (D.Sc. Entomologia) – Embrapa Algodão**

## AGRADECIMENTOS

À Deus, pela saúde e força de vontade para que eu pudesse vencer todas as dificuldades até aqui.

À minha mãe Maria José, minha motivação maior; sem sua ajuda e amor não teria conseguido; meu irmão Josinaldo Soares e meu Padrasto Maurício Barros, muito obrigado pelo auxílio em difíceis momentos.

À Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) pela oportunidade de curso do Mestrado em Ciências Agrárias.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) pela infraestrutura e oportunidade de desenvolvimento desta pesquisa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudo.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – (CNPq).

Ao PPGCA (Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias), pela realização do mestrado em Ciências Agrárias.

Ao Prof. Dr. Carlos Domingues, pela orientação, ensinamentos e amizade essenciais para a construção deste trabalho, meu crescimento profissional e acadêmico.

Aos professores da Pós Graduação em Ciências Agrárias: Profa. Dra. Élide Corrêa, Prof. Dr. Alberto, Prof. Dr. Carlos Meneses e Prof. Dr. Josemir Moura pelos conhecimentos passados

Aos funcionários do Laboratório de Entomologia que foram importantes para o andamento adequado dos trabalhos realizados, como também companheirismo e amizades firmadas durante minhas atividades diariamente: Antônio Arroxelas, Airton Belo e Eduardo Vasconcellos, meu muito obrigado pelos ensinamentos compartilhados, auxílio na pesquisa e momentos vividos estarão sempre comigo.

Aos amigos e companheiros do laboratório: Ariel Roxanny, Tardelly Andrade, Thiele Carvalho, obrigado pela amizade, parceria e pelos tantos auxílios prestados durante minha pesquisa. À Maysa que sempre esteve me ajudando pioneiramente na minha trajetória do mestrado e por sua amizade ímpar.

À banca examinadora, Profa. Dra Élide Corrêa e o Dr. Cherre Sade pelas contribuições e enriquecimento neste trabalho.

À Jacilane “Lane” pelo auxílio nas atividades no laboratório de Biotecnologia.

À Dra Daniela Viana por colaborar com os insetos para criação de *Chrysodeixis includens*, foi essencial sua ajuda para realização desse trabalho.

Aos meus grandes amigos de sempre: Anderson, José Neto pela amizade, parceria e auxílio na cidade, Gerivaldo Bezerra, Marina Pereira, Cléia Souza, Clau Dutra, Jaqueline Nascimento, pela amizade de sempre durante anos até esse momento. Também a Janailma Oliveira e Israel Sousa pelo apoio e incentivo mesmo que distantes.

Aos novos amigos feitos durante a pós-graduação: Renato Jales, Luana Braz, Joelma Azevedo, Katyane Maciel, Bárbara Belchior, Ítallo Harlan, Fabrícia Chaves, Ruan Santos, Rogério Freire, Leandro Araújo e Lidiane Diniz pela amizade durante o mestrado, dividimos muitos momentos de estudos, alegrias, momentos apreensivos, mas sempre unidos. Obrigado a todos, vocês estarão sempre comigo.

A todos aqueles que contribuíram direta e indiretamente para realização desta dissertação. Minha gratidão!

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	V
RESUMO.....	Vi
ABSTRACT.....	Vii
1. INTRODUÇÃO.....	8
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	10
2.1 A cultura do algodão.....	10
2.2. Lagartas desfolhadoras do algodão.....	11
2.3. Utilização de fungos entomopatógenos contra lepidopteros-praga do algodoeiro ..	11
2.4. Uso combinado do caulim com <i>B. bassiana</i> contra pragas do algodoeiro .....	13
3. MATERIAIS E MÉTODOS .....	15
3.1. Obtenção dos insetos e isolados de fungos .....	15
3.2. Seleção dos isolados virulentos .....	15
3.3 Suscetibilidade de lagartas ao caulim e a <i>B. bassiana</i> .....	16
3.4. Análise dos dados.....	17
4. RESULTADOS e DISCUSSÃO.....	18
4.1. Seleção dos isolados virulentos .....	18
4.2. Suscetibilidade de lagartas ao caulim e a <i>B. bassiana</i> .....	21
5. CONCLUSÕES.....	25
REFERÊNCIAS.....	26

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Identificação do isolado, hospedeiro e local de origem do fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana*. Campina Grande, Paraíba, Brasil..... 15
- Tabela 2. Patogenicidade de isolados de *Beauveria bassiana* em relação à mortalidade e TL<sub>50</sub> (tempo letal de 50% de insetos) de *Alabama argillacea* e *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae). Temperatura de 25° C, umidade relativa de 60 ± 10 % e fotofase de 12 horas. Campina Grande, Paraíba, Brasil..... 20
- Tabela 3. Mortalidade de lagartas de *Alabama argillacea* e *Chrysodeixis includens* alimentadas com discos de folhas de algodão tratados com água destilada (testemunha), caulim na concentração de 0,06g mL<sup>-1</sup>, suspensão de *B. bassiana* na concentração de 10<sup>7</sup> conídios mL<sup>-1</sup> e suspensão da mistura de 0,06g de caulim + 10<sup>7</sup> conídios mL<sup>-1</sup> de *B. bassiana*. Temperatura de 25° C, umidade relativa de 60 ± 10 % e fotofase de 12 horas. Campina Grande, Paraíba, Brasil..... 22

GALDINO, Josivaldo da Silva. M.Sc. Universidade Estadual da Paraíba/Embrapa Algodão; Fevereiro de 2018; Suscetibilidade de lagartas desfolhadoras do algodoeiro ao fungo *Beauveria bassiana* misturado ao caulim; Orientador: Carlos Alberto Domingues da Silva.

## RESUMO

*Alabama argillacea* e *Chrysodeixis includens* são duas importantes pragas desfolhadoras do algodoeiro. Elas apresentam diferentes níveis de especialização (monofagia e polifagia, respectivamente), e são geralmente controladas com inseticidas químicos sintéticos. Esses produtos aumentam os custos de produção e podem ocasionar impactos ambientais indesejáveis. Neste trabalho, determinaram-se os efeitos do pó inerte caulim e do fungo entomopatogênico, *Beauveria bassiana*, sobre a mortalidade de *A. argillacea* e *C. includens*, em condições de laboratório. Inicialmente, utilizando-se o método de submersão de lagartas, descobriu-se que isolado CG 138 de *B. bassiana* é o mais patogênico contra *A. argillacea* quando comparado com CG 70, CG 82, ESALQ 634, e ESALQ 645. Não se observaram efeitos significativos dos cinco isolados sobre *C. includens*. Em seguida, aplicando-se o método de alimentação com discos foliares, determinaram-se os efeitos de *B. bassiana* (CG 138) e do caulim sobre lagartas de *A. argillacea* e *C. includens*. Observaram-se maiores mortalidades de *A. argillacea* nos tratamentos com *B. bassiana* (CG 138), independentemente da presença do caulim. Contudo, em *C. includens*, a atividade de caulim + *B. bassiana* (CG 138) foi superior às ações individuais de cada ingrediente, indicando ação aditiva destes dois ingredientes contra lagartas de *C. includens*. Não se observou diferença significativa entre *A. argillacea* e *C. includens* tratadas com caulim + *B. bassiana* (CG 138). Contudo, as mortalidades de *A. argillacea* foram superiores às de *C. includens* quando caulim e *B. bassiana* (CG 138) foram aplicados separadamente. Conclui-se que o tratamento caulim + *B. bassiana* (CG 138) é o mais promissor visando ao manejo simultâneo destas duas espécies de lagartas desfolhadoras, devendo ser testado em condições de campo, na cultura do algodão. Ademais, a monófaga *A. argillacea* é mais susceptível do que a polífaga *C. includens* tanto ao caulim quanto a *B. bassiana* (CG 138), sugerindo que a ecologia nutricional tem papel importante na susceptibilidade destas espécies desfolhadoras a inseticidas alternativos.

**Palavras-chave:** curuquerê-do-algodoeiro; lagarta-falsa-medideira; *Gossypium hirsutum*; efeito sinérgico; controle biológico; manejo alternativo.

GALDINO, Josivaldo da Silva. M.Sc. Universidade Estadual da Paraíba/Embrapa Algodão; February de 2019; Susceptibility of cotton leafworm to the fungus *Beauveria bassiana* mixed with kaolin; Advisor: Carlos Alberto Domingues da Silva.

### ABSTRACT

*Alabama argillacea* and *Chrysodeixis includens* are two important defoliating pests of cotton. They have different levels of feeding specialization (monophagy and polyphagia, respectively), and are usually controlled with synthetic chemical insecticides. These products increase production costs and can cause undesirable environmental impacts. In this work, the effects of the kaolin inert powder and the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* on the mortality of *A. argillacea* and *C. includens* were determined under laboratory conditions. Initially, using the caterpillar submersion method, it was found that the CG 138 *B. bassiana* isolate is the most pathogenic against *A. argillacea* when compared to CG 70, GC 82, ESALQ 634, and ESALQ 645. There were no significant effects of the five tested isolates on *C. includens*. Then, by applying the leaf-disc feeding method, the effects of *B. bassiana* (CG 138) and kaolin on the mortality of caterpillars of *A. argillacea* and *C. includens* were determined. Higher *A. argillacea* mortalities were observed in the *B. bassiana* treatments (CG 138), regardless of the presence of kaolin. However, in *C. includens*, the activity of kaolin + *B. bassiana* (CG 138) was superior to the individual actions of each ingredient, indicating an additive action of these two ingredients against larvae of *C. includens*. There was no significant difference between *A. argillacea* and *C. includens* treated with kaolin + *B. bassiana* (CG 138). However, *A. argillacea* mortalities were higher than *C. includens* when kaolin and *B. bassiana* (GC 138) were applied separately. It is concluded that the treatment kaolin + *B. bassiana* (CG 138) is the most promising method for the simultaneous management of these two species of defoliating pests, and should be tested in field conditions, in the cotton crop. In addition, the monophagous *A. argillacea* is more susceptible to both kaolin and *B. bassiana* (GC 138) than the polyphagous *C. includens*, suggesting that nutritional ecology plays an important role in the susceptibility of these defoliating species to alternative insecticides.

**Keywords:** cotton leafworm; soybean looper; *Gossypium hirsutum*; additive effect, biological control; alternative management.

## 1. INTRODUÇÃO

O algodoeiro, *Gossypium hirsutum* (L.) é uma espécie vegetal que contribui com 90% da produção mundial de fibra e seu cultivo apresenta grande importância social e econômica para o Brasil devido à versatilidade da sua produção, sendo a principal matéria-prima utilizada na indústria de fiação e tecelagem. As sementes do algodoeiro também são utilizadas na indústria de alimentação animal (farelo) e humana (óleo), além de grande número de produtos secundários (AGOPA, 2009; SOUSA et al., 2010).

A planta de algodão é atacada por um grande número de artrópodes considerados pragas, que durante o ciclo da cultura reduzem a produtividade e provocam prejuízos econômicos consideráveis ao cotonicultor. Na região Centro-Oeste, por exemplo, a severidade de ataque desses organismos ao algodoeiro tem obrigado muitos produtores a realizarem 12 a 20 pulverizações anuais, encarecendo os custos de produção (TOMQUELSKI, 2005).

*Alabama argillacea* (Hübner, 1818) e *Chrysodeixis includens* (Walker, 1857) (Lepidoptera: Noctuidae) são importantes pragas desfolhadoras do algodoeiro (LUTTRELL e MINK, 1999; JOST e PITRE, 2002; SANTOS, 2011). Essas duas espécies de lepidópteros-praga apresentam diferentes níveis de especialização (monófagia e polífagia) em plantas de algodoeiro e são atualmente controladas com inseticidas químicos sintéticos (OLIVEIRA et al., 2010). No entanto, o controle químico pode causar sérios problemas ambientais (PARRA et al., 2002), e também levar a surgimento de indivíduos resistentes (DIEZ-RODRIGUEZ & OMOTO, 2001). Para reduzir o efeito negativo desses inseticidas, pode-se utilizar a tecnologia do filme de partículas de caulim, considerada uma alternativa viável, capaz de otimizar o uso de inseticidas destinados ao controle de pragas importantes do algodoeiro (SILVA & RAMALHO, 2013).

A tecnologia do filme de partículas de caulim tem provado ser eficiente na supressão populacional de várias pragas importantes do algodoeiro, incluindo o bicudo, os pulgões, a mosca branca, a lagarta rosada, o curuquerê e o complexo de lagartas das maçãs e do gênero *Spodoptera* (SHOWLER, 2002, 2003; SISTERTON et al., 2003; ALAVO, 2006; ALAVO et al., 2010, 2011; SILVA e RAMALHO, 2013; GONÇALVES et al., 2015; SILVA e SILVA, 2015; NEVES et al., 2014). Após ser pulverizado sobre a superfície da planta hospedeira, o filme de partículas de caulim cria uma barreira física ou mecânica de proteção que pode alterar o gosto e a digestibilidade do

tecido vegetal e, assim, reduzir a alimentação e a sobrevivência de insetos mastigadores (SHOWLER, 2003; SISTERTSON et al., 2003; CADOGAN e SCHARBACH, 2005; ALAVO, 2006; ALAVO et al., 2010; GONÇALVES et al., 2015). Além disso, o caulim pode afetar a permeabilidade cuticular dos insetos (COOK et al., 2008) à água, que é um dos fatores limitantes para esses organismos.

O fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin é produzido e formulado em várias regiões do Brasil, a fim de controlar insetos-praga pertencentes a muitas ordens, incluindo Lepidoptera (ALVES, 1998; CÉSAR FILHO et al., 2002). A ampla variabilidade genética encontrada neste entomopatógeno avaliza-o como importante agente de controle microbiano de insetos. Este fungo é compatível com os propósitos estabelecidos para o manejo integrado de pragas, uma vez que os isolados obtidos de uma determinada espécie de inseto podem ser patogênicos para outras espécies que são distantes do ponto de vista taxonômico (ALVES, 1998). Por isto, acredita-se que a utilização conjunta do caulim com *B. bassiana* poderá aumentar a patogenicidade desse entomopatógeno contra *A. argillacea* e *C. includens*.

As poeiras inertes, como argilas minerais e pós de sílica, matam os artrópodes removendo as camadas lipídicas epicuticulares, causando perda excessiva de água através da cutícula (EBELING, 1971; SUBRAMANYAM et al., 2000). Essas poeiras têm sido amplamente usadas para o controle de pragas de plantas cultivadas e de produtos armazenados em todo o mundo (ALLEN et al., 2000; BANKS e FIELDS, 1995; GOLOB et al., 1997; SHOWLER, 2002, 2003; SISTERTSON et al., 2003; ALAVO, 2006; ALAVO et al., 2010, 2011; SILVA e RAMALHO, 2013; GONÇALVES et al., 2015; SILVA e SILVA, 2015; NEVES et al., 2014). Existem poucos exemplos em que a combinação de um fungo entomopatogênico com o pó inerte caulim foi testada contra pragas de plantas cultivadas e grãos armazenados (STORM et al., 2016). *B. bassiana* formulada com caulim foi mais eficaz contra larvas da mariposa, *Corcyra cephalonica* Stainton (Lepidoptera: Pyralidae) e adultos *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae), do que quando formulado com farinha de tapioca ou não formulado (SAMODRA E IBRAHIM, 2006a, b).

O objetivo desta pesquisa foi determinar a suscetibilidade das lagartas desfolhadoras do algodoeiro, *A. argillacea* (HÜBNER, 1818) e *C. includens* ao fungo *B. bassiana* misturado ao caulim.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. A cultura do algodão

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.), denominado de algodão anual ou herbáceo é uma das quatro espécies cultivadas mundialmente para produzir fibra de algodão (LEE, 1987). Esta última é explorada em grandes áreas nas regiões tropicais e subtropicais, sendo responsável por 90% da produção mundial, e tem grande importância social no Brasil (ROMANO, 2012).

A cultura do algodão não fornece somente a fibra para a indústria têxtil, mas também desempenha um papel importante na indústria de alimento por causa da sua semente que é rica em óleo (18-24%) e proteína (20-40%) (CARVALHO et al., 2017). Cerca de 350 milhões de pessoas estão envolvidas direta e indiretamente com a produção do algodão no mundo. A China consome 40% do algodão bruto produzido, enquanto a Austrália e o Egito produzem o algodão de melhor qualidade (MARISELVI e MANIMEGALAI, 2016). O algodão é uma importante fonte de receita de exportação para Burkina Faso, Benin, Uzbequistão, Mali, Tajiquistão, Costa do Marfim, Cazaquistão, Egito e Síria. Os países maiores produtores de algodão são Índia, China, Estados Unidos, Paquistão e Brasil (ABRAPA, 2017).

No Brasil, o cultivo do algodão se concentra nos estados de Mato Grosso, Goiás e Bahia, que juntos somam 88,7% da produção do país (IBGE, 2018). A região Nordeste é responsável por 34% da produção brasileira de algodão. Nessa região o algodoeiro é cultivado basicamente por dois tipos de produtores rurais, o empresarial e o familiar. O agricultor empresarial cultiva essa malvacea nas áreas de cerrado dos estados da Bahia, Maranhão e Piauí, utilizando maquinários da semeadura à colheita e comercializando a pluma e a semente diretamente com as indústrias têxteis e de óleo. O agricultor familiar, por outro lado, se concentra na região semiárida do sudoeste do estado da Bahia, onde o sistema de produção predominante consiste no reduzido uso de insumos modernos e baixa adoção de técnicas de cultivo disponibilizada pela pesquisa (SILVA et al., 2013).

A produção e o rendimento do algodoeiro estão diretamente relacionados à eficiência do controle de insetos-praga e doenças. Os investimentos destinados ao controle de insetos-praga e doenças podem atingir 30% do custo total de produção de algodoeiro (AGRIANUAL, 2004). Conseqüentemente é importante conhecer a produtividade das cultivares de algodoeiro quando

expostas a efeitos estressantes causados por insetos-praga, principalmente as espécies desfolhadoras, como as lagartas, *A. argillacea* e *C. includens*.

## 2.2. Lagartas desfolhadoras do algodão

O curuquerê, *A. argillacea* é um inseto monófago considerado praga-chave do algodoeiro no Brasil, pois é responsável por desfolhamentos severos e perdas entre 21 e 35% da produção dessa malvácea (RAMALHO et al., 2014; SILVA et al., 2013). Espécie de hábito migratório, as infestações do curuquerê em lavouras de algodão ocorrem geralmente no período compreendido entre os meses de janeiro a julho (PAVINATO, 2010). As lagartas do curuquerê atacam preferencialmente as folhas novas do ponteiro (FERNANDES et al., 2007). Ataques mais intensos são caracterizados pelo consumo das folhas medianas e baixas, ramos, talos e maçãs, o que resulta na destruição total ou parcial da planta (QUIRINO e SOARES, 2001).

A lagarta falsa medideira da soja *C. includens* é uma praga com ampla distribuição geográfica, podendo ocorrer do extremo norte dos Estados Unidos da América até o extremo sul da América do Sul (ALFORD e HAMMOND JR., 1982). Espécie polífaga, *C. includens* pode ocasionar perdas econômicas a diversas culturas, incluindo soja, algodão, tabaco, feijoeiro e girassol (HERZOG, 1980; ALFORD e HAMMOND JUNIOR, 1982; BETANCOURT e SCATONI, 2006; BARBUT, 2008). Essa espécie, inicialmente referida como *Pseudoplusia includens*, foi reclassificada para o gênero *Chrysodeixis* (GOATER et al., 2003; MOSCARDI et al., 2012). No Brasil, *C. includens* é uma lagarta desfolhadora de crescente importância para o algodão porque esta cultura geralmente é cultivada após a soja, de onde as mariposas se dispersam para causar altas infestações (SANTOS, 2011).

As lagartas de *A. argillacea* e *C. includens* apresentam diferentes níveis de especialização (monófagia e polífagia) em plantas de algodoeiro e são atualmente controladas com inseticidas químicos sintéticos (OLIVEIRA et al., 2010). No entanto, o controle químico pode causar sérios problemas ambientais (PARRA et al., 2002), e também levar ao surgimento de indivíduos resistentes (DIEZ-RODRIGUEZ e OMOTO, 2001). Estima-se que mais de 500 espécies de artrópodes apresentam resistência a um ou mais tipos de produtos químicos (MOTA-SANCHEZ et al., 2002). Para reduzir o efeito negativo desses inseticidas, pode-se utilizar a tecnologia do filme de partículas de caulim, considerada uma alternativa viável, capaz de otimizar o uso de inseticidas destinados ao controle de pragas importantes do algodoeiro (SILVA e RAMALHO, 2013).

## 2.3. Utilização de fungos entomopatógenos contra lepidópteros-praga do algodoeiro

Aproximadamente 750 espécies de fungos têm sido relatadas como entomopatogênicas, embora um número muito pequeno delas seja usado como agentes de controle biológico de pragas. As espécies pertencentes aos gêneros *Metarhizium* (PANDEY e HASAN, 2009), *Beauveria* (GARCIA et al., 2011), *Nomuraea* (INGLE et al., 2004), *Lecanicillium* (ANAND et al., 2009) e *Isaria* (ZIMMERMANN, 2008).

*Beauveria bassiana*, o estágio anamórfico de *Cordyceps bassiana*, é um entomopatógeno cosmopolita facultativo com uma ampla gama de hospedeiros. Descoberto pela primeira vez por Agostino Bassi de Lodi (KESWANI et al. 2013) em larvas de bichos-da-seda, o fungo cresce como um mofo branco (hialino) produzindo conídios unicelulares, haplóides e hidrofóbicos. Estudos transcriptômicos de seqüências de RNA revelaram a capacidade surpreendente deste fungo se adaptar a variados nichos ambientais, incluindo sobrevivência e interações fora do hospedeiro do inseto (XIAO et al. 2012; SINGH et al., 2015). Este fungo habita naturalmente os solos e pode ser isolado de cadáveres de insetos infectados com fungos e do solo. Os conídios são propágulos infecciosos que, quando em contato com um hospedeiro suscetível, se ligam à sua cutícula, desenvolvem um tubo germinativo acompanhado por uma série de respostas moleculares no hospedeiro e no patógeno (SREE e VARMA, 2015). A formação de apressórios, cavidades de penetração e secreção de enzimas hidrolíticas ajudam o fungo a entrar no corpo do inseto. Uma vez dentro, o micélio fúngico retira nutrientes do hospedeiro para sua própria nutrição e causa lesões mecânicas ao inseto, levando à sua morte. As hifas perfuram o cadáver dos insetos e esporulam em sua superfície (ALVES, 1998; SREE e VARMA, 2015).

No Brasil, isolados de *B. bassiana* provaram ser patogênicos contra a lagarta militar, *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) (FRANÇA et al., 1989; FARIA et al., 1992) e o curuquerê do algodoeiro, *A. argillacea* (CÉSAR FILHO et al., 2002; MARTINS et al., 2007), mas ensaios com formulações comerciais de *B. bassiana* (Boveril® WP,  $5,0 \cdot 10^8$  conídios.g<sup>-1</sup>), *M. anisopliae* (Metarril® WP,  $5,0 \cdot 10^8$  conídios.g<sup>-1</sup>) e uma estirpe de *Metarhizium rileyi* (Farlow) apresentaram baixa eficiência contra lagartas neonatas de *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae) (AGOSTINI, 2014). Estudos conduzidos em laboratório com sete isolados de *B. bassiana* aplicados nas concentrações de  $10^9$  e  $10^8$  conídios ml<sup>-1</sup> sobre lagartas de terceiro instar de *A. argillacea* ocasionaram taxas de mortalidade variando de 60 a 81% e 50 a 74%, respectivamente (CÉSAR FILHO et al., 2002). No entanto, nas concentrações de  $10^7$  e  $10^6$  conídios ml<sup>-1</sup> esses isolados causaram mortalidade de lagartas abaixo de 40 e 25%, respectivamente. Por outro lado, os isolados CG 138, CG 645 e IPA 145 de *B. bassiana* aplicados na concentração de  $10^8$  conídios ml<sup>-1</sup> sobre lagartas de primeiro instar de *A. argillacea*, ocasionaram mortalidade de 91, 78 e 75%, respectivamente (SILVA et al., 2003).

#### 2.4. Uso combinado do caulim com *B. bassiana* contra pragas do algodoeiro

A seleção de veículos inertes adequados é de extrema importância para o sucesso de uma formulação. As argilas são os inertes mais comuns nas formulações de inseticidas químicos ou biológicos (BATISTA FILHO et al., 1998). Segundo WARD (1984), as propriedades físico-químicas das argilas são derivadas de suas estruturas (1:1; 2:1). A variação dessas estruturas é responsável pela capacidade tampão e trocas de superfície, entre outras características.

Além do ingrediente ativo (patógeno) e do inerte/veículo, as formulações podem conter adjuvantes, componentes que são utilizados para otimizar a atividade do ingrediente ativo e melhorar as características do produto formulado (BATISTA FILHO et al., 1998). Segundo esses autores, os adjuvantes podem estar incorporados às formulações ou ser utilizados no tanque de mistura, no momento da aplicação. De modo geral, os adjuvantes utilizados em formulações com fungos entomopatogênicos devem apresentar função fotoprotetora, fagoestimulante e antievaporante.

O caulim é considerado um mineral que atua como refletor da luz solar na folha e tem sido uma opção para o agricultor melhorar o rendimento de sua lavoura por meio da redução dos custos de cultivo, efeitos negativos da seca, radiação excessiva e temperatura elevada (MORESHET et al., 1979; GLENN et al., 2002). Quando pulverizado sobre as plantas de algodão, o caulim também atua reduzindo a colonização dos insetos-praga, a oviposição e a alimentação de espécies desfolhadoras (SHOWLER, 2002; SILVA e RAMALHO, 2013; NEVES et al., 2014).

Estudos conduzidos em laboratório contra o pulgão da ervilha, *Acyrtosiphon pisum* (Harris, 1776) (Hemiptera: Aphididae), utilizando as formulações de caulim, Surround WP<sup>®</sup> (adjuvante hidrofílico do material parental formador de caulim) e M96-018<sup>®</sup> (adjuvante hidrofóbico do material original do caulim) misturada a conídios de *Pandora neoaphidis* (Remaudière e Hennebert) Humber (Entomophthorales: Entomophthoraceae) demonstraram que a mistura de M96-018<sup>®</sup> com o fungo entomopatogênico causou maior porcentagem de mortalidade de pulgões do que o controle tratado apenas com conídios do patógeno (EIGENBRODE et al., 2006). Segundo esses autores, M96-018<sup>®</sup> tem, aparentemente, alguma atividade repelente sobre os pulgões por causa da distribuição desses insetos sugadores nas plantas após o tratamento. Os conídios de *P. neoaphidis* depositados em lâminas de microscópio revestidas com M96-018<sup>®</sup> produziram mais tubos germinativos e conídios secundários do que aqueles depositados em lâminas não tratadas ou lâminas tratadas com Surround WP<sup>®</sup> (EIGENBRODE et al., 2006). Do mesmo modo, formulações de *B. bassiana* combinada com caulim demonstraram maior eficiência de controle de larvas da traça do arroz, *Corcyra cephalonica* (Stainton, 1866) (Lepidoptera: Pyralidae) e *Sitophilus oryzae* (L.)

(Coleoptera: Curculionidae) em comparação a formulação do fungo com farelo de mandioca ou no tratamento não formulado (SAMODRA e IBRAHIM, 2006 a,b).

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Entomologia da Embrapa Algodão, município de Campina Grande, Estado da Paraíba, Brasil.

#### 3.1. Obtenção dos insetos e isolados de fungos

Os espécimes de *A. argillacea* e *C. includens* foram obtidos das colônias de criação do referido laboratório e criadas com dieta semi-natural conforme MEDEIROS et al. (1998).

Isolados do fungo *B. bassiana* CG 70, CG 82, CG 138 foram obtidos da micoteca do laboratório de controle biológico da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF. Os isolados de *B. Bassiana*, Bb 634 e Bb 645 foram obtidos da micoteca da ESALQ-USP, Piracicaba, SP. No laboratório de Entomologia da Embrapa Algodão, esses isolados foram armazenados a 7 °C, em placas de Petri descartáveis contendo meio de cultura BDA (batata-dextrose-ágar) mais antibiótico (cloranfenicol) (BDA + A) e óleo de Nujol até o início dos bioensaios (Tabela 1).

**Tabela 1.** Identificação do isolado, hospedeiro e local de origem do fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana*. Campina Grande, PB, 2018.

Isolado	Hospedeiro	Local de origem
CG070	(Coleoptera: Curculionidae)	Brasília, DF
CG082	<i>Diabrotica speciosa</i> (Coleoptera: Chysomelidae)	Tucumán, Argentina
CG138	<i>Cosmopolites sordidus</i> (Coleoptera: Curculionidae)	Recife, PE
ESALQ 635	Solo	Lavras, MG
ESALQ 645	Solo	Alambari, SP

#### 3.2. Seleção dos isolados virulentos

A virulência dos isolados de *B. bassiana* descritos na tabela 1 foi determinada em delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e 50 repetições por

isolado. Os isolados foram multiplicados em placas de Petri contendo meio de cultura BDA (Batata-dextrose-ágar) e incubados por 15 dias de acordo com SILVA (2001). Em seguida, as suspensões de conídios dos isolados de *B. bassiana* foram preparadas com água estéril contendo 0,1% de espalhante adesivo (Tween 80). A testemunha constou apenas de água estéril mais espalhante adesivo. Cada repetição foi composta de 50 lagartas de primeiro instar recém-emergidas de *A. argillacea* e de *C. includens*, as quais foram submersas na suspensão de conídios na concentração de  $10^7$  conídios  $\text{ml}^{-1}$ . Após secagem sobre papel de filtro, as lagartas foram transferidas para recipientes plásticos contendo discos de folhas de algodão e incubadas em câmara climatizada tipo BOD, a  $25 \pm 1$  °C,  $60 \pm 10\%$  de umidade relativa e fotoperíodo 12 horas (40 000 lux, radiação ativa produzida por 40-W lâmpadas fluorescentes), trocados diariamente até o término das observações. A mortalidade das lagartas foi avaliada diariamente durante 10 dias, com auxílio de um microscópio estereoscópico.

Para confirmação da patogenicidade do isolado, os insetos mortos foram imersos em hipoclorito de sódio a 3%, por três segundos, e depois, em água destilada, e em seguida, mantida em câmara úmida para exteriorização da doença. O percentual de mortalidade dos insetos foi avaliado durante os dez primeiros dias após a aplicação do patógeno.

### 3.3. Suscetibilidade de lagartas ao caulim e a *B. bassiana*

A suscetibilidade de lagartas ao caulim e a *B. bassiana* foi avaliada em delineamento experimental inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 4x2, representados pelos tratamentos com discos de folhas de algodão imersos em água destilada (testemunha); suspensão de caulim na concentração de 0,06g  $\text{ml}^{-1}$ ; suspensão de *B. bassiana* na concentração de  $10^7$  conídios  $\text{ml}^{-1}$ ; suspensão da mistura de 0,06g de caulim +  $10^7$  conídios  $\text{ml}^{-1}$  de *B. bassiana*, oferecidos às lagartas de primeiro instar de *A. argillacea* e *C. includens* e cinquenta repetições. A suspensão de conídios de *B. bassiana* foi composta pelo isolado mais virulento selecionado no primeiro experimento contra lagartas de primeiro instar de *A. argillacea* e/ou de *C. includens*.

Plantas de algodão, cultivar BRS 286 foram utilizadas neste estudo. Os genótipos de algodoeiro foram cultivados em área experimental na sede da Embrapa Algodão, no primeiro semestre de 2018. Aos 40 dias de idade, quando as plantas atingiam o estágio de 12-16 folhas por planta, as folhas foram coletadas e fornecidas como alimento às lagartas de primeiro instar recém-eclodidas das duas espécies citadas.

As lagartas de primeiro instar recém-emergidas de *A. argillacea* e de *C. includens* foram transferidas isoladamente para discos de folhas de algodoeiro. Cada disco foliar foi mantido em um poço plástico medindo 3 cm de altura x 3 cm de largura x 4 cm de comprimento, tampado por uma

placa plástica com as mesmas dimensões do poço e mantidas em câmara climatizada conforme mencionado no experimento anterior até o término das observações. Cada repetição constou de dez lagartas de cada uma das espécies de lepidópteros-praga estudada, alimentadas com um disco de folhas de algodão. Os discos foliares foram trocados a cada dois dias até o término das observações. A mortalidade das lagartas foi avaliada diariamente durante 10 dias, com auxílio de um microscópio estereoscópico.

O teste de germinação de conídios foi realizado em ambos os bioensaios e constou da aplicação de 50 mL de uma suspensão com  $10^7$  conídios/mL de cada isolado em placas de Petri contendo meio de cultura BDA. As observações foram realizadas 24 horas após o início do bioensaio sobre um total de 500 conídios (100 por repetição).

### **3.4. Análise dos dados**

Os dados de porcentagem de mortalidade das lagartas nos bioensaios de patogenicidade foram utilizados para o cálculo de  $TL_{50}$  (tempo para morte de 50% de lagartas de primeiro instar do curuquerê e da falsa medeieira) pelo método de PROBIT (FINNEY, 1964). As médias das porcentagens de mortalidade foram corrigidas pela fórmula de ABBOTT (1925) e comparadas pelo teste de Student Newman Keuls a 5% de probabilidade. Foi realizada análise de correlação entre as variáveis de mortalidade (%) versus  $TL_{50}$ . Os dados de porcentagem de mortalidade das lagartas no bioensaio de suscetibilidade foram corrigidos pela fórmula de ABBOTT (1925) e submetidos à análise de variância com as médias comparadas pelo teste de Student Newman Keuls a 5% de probabilidade pelo Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG) (Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A viabilidade dos conídios dos isolados de *B. bassiana* testados foi superior a 95% em ambos os experimentos.

### 4.1 Seleção dos isolados virulentos

A mortalidade de lagartas de primeiro ínstar de *A. argillacea*, 10 dias após a inoculação, variou de 51 a 93% para todos os isolados testados ( $F_{4,25} = 13,75$ ;  $P < 0,001$ ) (Tabela 2), apresentando correlação negativa entre os valores de  $TL_{50}$  e a porcentagem de mortalidade dessas lagartas ( $r = -0,99$ ) ( $P < 0,001$ ), ou seja, quanto maior a porcentagem de mortalidade de lagartas neonatas de *A. argillacea*, menor o tempo necessário para matar 50% de sua população. Dentre os isolados de *B. bassiana* testados, os mais virulentos contra lagartas de primeiro instar de *A. argillacea* foram CG138, seguidos por ESALQ 634 e CG 82 e os menos virulentos foram CG70 e ESALQ 645 (Tabela 2). Essa taxa de mortalidade de lagartas de primeiro instar de *A. argillacea* observada para o isolado CG 138 é superior às de 81, 74 e 40 % observadas para lagartas de terceiro instar dessa mesma espécie de inseto pulverizada com suspensão de conídios de *B. bassiana* dos isolados UFRPE 645, na concentração de  $10^9$  conídios  $ml^{-1}$ ; UFRPE 604, na concentração de  $10^8$  conídios  $ml^{-1}$  e UFRPE 634, na concentração de  $10^7$  conídios  $ml^{-1}$ , respectivamente (CÉSAR FILHO et al., 2002). Esses resultados podem ser atribuídos às diferenças metodológicas de inoculação e concentração de conídios dos patógenos (POSADA et al., 2007; SANTORO et al., 2007; OWNLEY et al., 2010) e ao menor estágio de desenvolvimento das lagartas se comparada ao experimento conduzido por César Filho et al. (2002). Lagartas neonatas não são apenas versões menores de seus instares finais (DESPLAND, 2017); elas diferem em escala, metabolismo, fisiologia digestiva, modalidades sensoriais e microbiota intestinal (HOCHULI, 2001; MASON & RAFFA, 2014; DESPLAND, 2017). Além disso, as lagartas neonatas são mais seletivas as fontes de alimento e mais sensíveis à química das plantas, possivelmente devido a um conjunto mais limitado de enzimas digestivas (HOCHULI, 2001) e, portanto, frequentemente mais vulneráveis a compostos

vegetais e a patógenos que têm pouco efeito sobre lagartas de instares mais avançados de desenvolvimento (ZALUCKI et al., 2002; DESPLAND, 2017).

**Tabela 2.** Patogenicidade de isolados de *Beauveria bassiana* em relação à mortalidade e TL<sub>50</sub> (tempo letal de 50% de insetos) de *Alabama argillacea* e *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae). Campina Grande, PB, 2018.

Inseto-praga	Isolado	Mortalidade <sup>(1)</sup> (%)	TL <sub>50</sub> <sup>(2)</sup> (Dias)	Equação da reta da TL <sub>50</sub>	$\chi^2$	P	Intervalo de confiança
<i>Alabama argillacea</i>	CG 70	58 bc	5,02	Y= -1,6730 + 2,3864 logx	39,66	< 0,01	(4,16; 6,10)
	CG 82	68 b	3,76	Y= -1,5560 + 2,7033 logx	36,01	< 0,01	(3,09; 4,44)
	CG 138	93 a	2,02	Y= -1,3793 + 4,5165 logx	26,40	< 0,01	(1,68; 2,34)
	ESALQ 634	72 b	3,72	Y= -1,5109 + 2,6501 logx	34,53	< 0,01	(3,04; 4,40)
	ESALQ 645	51 c	5,94	Y= -1,7830 + 2,3040 logx	42,73	< 0,01	(4,92; 7,44)
<i>Chrysodeixis includens</i>	CG 70	19 a	74,49	Y= -3,0344 + 1,6208 logx	48,00	< 0,01	(25,36; 47,26)
	CG 82	23 a	14,09	Y= -3,7229 + 3,2402 logx	61,54	< 0,01	(10,92; 22,82)
	CG 138	26 a	11,82	Y= -6,8717 + 6,4063 logx	54,01	< 0,01	(10,25; 15,19)
	ESALQ 634	13 a	26,25	Y= -3,5526 + 2,5035 logx	53,09	< 0,01	(15,83; 99,06)
	ESALQ 645	18 a	19,62	Y= -4,0128 + 3,1039 logx	54,70	< 0,01	(13,60; 44,99)

<sup>(1)</sup> Médias de mortalidade seguidas pela mesma letra minúscula na coluna por inseto-praga não são diferentes pelo teste de Student Newman Keuls à 5% de probabilidade. <sup>(2)</sup> Calculado pelo método de Probit

A mortalidade de lagartas de primeiro ínstar de *C. includens*, 10 dias após a inoculação, variou de 13 a 26% para todos os isolados testados ( $F_{4,25} = 1,52$ ;  $P = 0,22$ ) (Tabela 2), apresentando correlação negativa e não significativa entre os valores de  $TL_{50}$  e a porcentagem de mortalidade dessas lagartas ( $r = -0,30$ ) ( $P = 0,31$ ), indicando que não existem evidências conclusivas sobre a associação entre os valores de  $TL_{50}$  e a porcentagem de mortalidade de *C. includens*. Essas reduzidas taxas de mortalidade de lagartas de *C. includens* se devem à baixa virulência de *B. bassiana* e de seus isolados contra essa espécie de inseto. Isto explica, em parte, porque não são relatadas epizootias naturais de *B. bassiana* sobre *C. includens* no campo. A cutícula dos insetos é composta principalmente de quitina, incorporada com proteínas e age como uma barreira primária contra o ataque de patógenos. *B. bassiana* produz quitinases e proteases para desintegrar a cutícula dos insetos, cuja eficácia pode variar dependendo do tamanho dos seus esporos, taxa de germinação de conídios e produção de metabólitos (TALAEI-HASSANLOUI et al., 2007; SINGH et al., 2015), assim como, em relação à composição de ácidos graxos livres que ocorrem na cutícula da espécie de inseto considerada (ALVES, 1998). Ácidos graxos de cadeia longa, como cáprico, undecanóico, esteárico e oleico, apesar de permitirem a germinação de conídios de *B. bassiana*, podem causar autólise dos tubos germinativos, evitando o crescimento de hifas. Por outro lado, os ácidos graxos de cadeia curta, como butírico, valérico, capróico, heptanóico, caprílico e nanóico, são capazes de inibir a germinação dos tubos germinativos (SMITH et al 1981; LECUONA, 1986).

#### 4.2 Suscetibilidade de lagartas ao caulim e a *B. bassiana*

O isolado de *B. bassiana* selecionado para esse estudo foi CG138, o qual se mostrou mais patogênico e virulento contra lagartas de primeiro ínstar de *A. argillacea* no experimento anterior.

As mortalidades de lagartas de *A. argillacea* e *C. Includens* nos tratamentos com água destilada, caulim, *B. bassiana* (CG 138) e caulim + suspensão de conídios de *B. bassiana* (CG 138), apresentaram interação significativa entre tratamentos e espécie de lagartas ( $F_{3,32} = 24,08$ ;  $P < 0,001$ ) (Tabela 3), indicando que dependendo do tratamento a mortalidade das lagartas varia com a espécie de inseto considerada e vice-versa.

As maiores mortalidades de *A. argillacea* foram observadas em *B. bassiana* (CG 138) e em caulim + *B. bassiana* (CG 138) (Tabela 3), seguido pelos discos de folhas de algodão tratados com caulim. As mortalidades semelhantes entre *B. bassiana* (CG 138) e caulim + *B. bassiana* (CG 138) indica a inexistência de atividade aditiva ou sinérgica entre o caulim e *B. bassiana* contra *A. argillacea*. Por outro lado, as elevadas taxas de mortalidade de lagartas de *A. argillacea* tratadas com caulim corroboram com resultados anteriores obtidos por (GONÇALVES et al. 2015). Segundo estes autores, a sobrevivência e o consumo de lagartas de primeiro ínstar do curuquerê são

menores nas plantas de algodão tratadas com caulim em comparação a plantas não tratadas. A menor mortalidade de *A. argillacea* foi observada na testemunha.

**Tabela 3.** Mortalidade de lagartas de *Alabama argillacea* e *Chrysodeixis includens* alimentadas com discos de folhas de algodão tratados com água destilada (testemunha), caulim na concentração de 0,06g mL<sup>-1</sup>, suspensão de *B. bassiana* na concentração de 10<sup>7</sup> conídios mL<sup>-1</sup> e suspensão da mistura de 0,06g de caulim + 10<sup>7</sup> conídios mL<sup>-1</sup> de *B. bassiana*. Campina Grande, PB, 2018.

Tratamento	Mortalidade (%)	
	<i>Alabama argillacea</i>	<i>Chrysodeixis includens</i>
Testemunha (água)	0,00 ± 0,00 c <sup>(1)</sup> A <sup>(2)</sup>	0,00 ± 0,00 d A
Caulim	71,11 ± 4,44 b A	33,33 ± 2,92 c B
<i>Beauveria bassiana</i>	100,00 ± 0,00 a A	83,33 ± 2,92 b B
Caulim + <i>Beauveria bassiana</i>	93,33 ± 2,72 a A	92,86 ± 2,92 a A

Médias de mortalidade seguidas pela mesma letra minúscula na coluna por tratamento<sup>(1)</sup> e maiúscula por inseto-praga<sup>(2)</sup> não são diferentes pelo teste de Student Newman Keuls à 5% de probabilidade.

No caso de *C. includens*, a maior mortalidade foi observada em lagartas tratadas com caulim + *B. bassiana* (CG 138), seguida por *B. bassiana* (CG 138). A menor mortalidade foi observada na testemunha, seguido pelo tratamento com caulim ( $F_{3,32} = 24,08$ ;  $P < 0,001$ , (Tabela 3).

A maior taxa de mortalidade em caulim + *B. bassiana* (CG 138) indica efeito aditivo do caulim e de *B. bassiana* sobre as lagartas de *C. includens*. Fato semelhante foi observado para o pulgão da ervilha, *A. pisum* utilizando duas formulações de caulim misturado a conídios de *P. neoaphidis* e, também, para as pragas do arroz, *C. cephalonica* e *S. oryzae* utilizando formulações de *B. bassiana* combinada ao caulim (EIGENBRODE et al., 2006; SAMODRA & IBRAHIM, 2006a,b). Isto se deve, provavelmente, à ação abrasiva e higroscópica do caulim que prejudica a digestibilidade e a função protetiva da cutícula que recobre o trato digestório dessas lagartas, facilitando a penetração do patógeno e aumentando o processo de infecção (EIGENBRODE et al., 2006; SAMODRA e IBRAHIM, 2006a,b; GONÇALVES et al., 2015; KARISE et al., 2015).

Por fim, observou-se que a mortalidade das lagartas de *C. includens* alimentadas com discos de folhas de algodão tratados com a suspensão de conídios de *B. bassiana* (Tabela 3) foi maior que

a mortalidade daquelas submersas nessa mesma suspensão de conídios no primeiro experimento (Tabela 2). Isto pode ser atribuído às diferenças entre os métodos de inoculação do patógeno utilizados no primeiro e segundo experimentos. Os fungos infectam os insetos, preferencialmente, pela superfície do tegumento (BOUCIAS e PENDLAND, 1998) e, por isto, os métodos de inoculação podem influenciar os resultados da seleção de isolados de fungos entomopatogênicos (SANTORO et al., 2007).

No que diz respeito às diferenças específicas, observaram-se maiores mortalidades de lagartas de *A. argillacea* do que de *C. includens* quando ambas receberam caulim ou *B. bassiana* (CG 138) isoladamente. Contrariamente, não se observaram diferenças entre as duas espécies nos tratamentos caulim + *B. bassiana* (CG 138) ou água destilada (Tabela 3). Essa maior mortalidade de lagartas de *A. argillacea* alimentada com discos de folhas de algodão tratados com suspensão de conídios de *B. bassiana* pode estar relacionada às diferenças nas características morfológicas e fisiológicas desses isolados do patógeno e do seu hospedeiro conforme mencionado no experimento anterior. Por outro lado, a maior mortalidade de *A. argillacea* tratada com caulim sugere uma maior ação abrasiva desse pó de rocha sobre o trato digestório de *A. argillacea* em comparação ao de *C. includens*. Sabe-se que *A. argillacea* é um espécie monófaga enquanto *C. includens* é polífaga, então é possível que a estrutura do epitélio do intestino médio dessas espécies seja diferente, já que esse tipo de estrutura depende da posição filogenética do inseto (BELLANDA & ZUCOLOTO, 2009). Além disso, e diferentemente da monofagia, a polifagia requer mecanismos fisiológicos para confrontar as complexidades químicas variadas apresentadas por diferentes plantas hospedeiras (SARATE et al., 2012), o que pode explicar as diferenças de mortalidade observadas entre essas duas espécies de insetos. Desta forma, a resposta das espécies de lepidópteros parece depender do nível de especialização do hospedeiro, onde há uma resposta mais forte entre espécies monófagas a variações na qualidade do hospedeiro em comparação com espécies polífagas (BESTETE et al., 2017).

Os resultados obtidos nesta pesquisa demonstram que o caulim + *B. bassiana* pode aumentar significativamente a mortalidade de *C. Includens*, sem afetar a mortalidade de *A. argillacea*. Desta forma, futuras aplicações do filme de partículas de caulim para o controle dessas duas espécies de lepidópteros-praga do algodoeiro poderiam capitalizar a compatibilidade entre o caulim e *B. bassiana*. Dentre os desafios mais difíceis que as formulações de fungos entomopatógenos enfrentam ao competir com inseticidas químicos se relacionam com suas faixas geralmente estreitas de hospedeiros. Normalmente, os danos às culturas resultam não da atividade de uma única praga, mas de um complexo de pragas (WRAIGHT et al., 2010); e isolados de fungos entomopatogênicos raramente são virulentos contra mais de uma espécie de inseto ou algumas espécies intimamente

relacionadas que infestam uma cultura (GLARE e MILNER, 1991; HAJEK, 1997). Portanto, não é economicamente viável para os produtores visar cada membro de um complexo de pragas com um produto diferente (WRAIGHT et al., 2010). Isto sugere a possibilidade de formular propágulos estabilizados de *B. bassiana* misturado ao caulim como um inseticida biológico promissor contra essas duas espécies de lagartas desfolhadoras.

## 5. CONCLUSÕES

5.1. A mortalidade de lagartas de primeiro ínstar de *C. includens* quando caulim e *B. bassiana* (CG 138) foram aplicados conjuntamente foi superior àquela observada quando os dois ingredientes foram aplicados separadamente, indicando efeito aditivo do caulim e *B. bassiana* (CG 138) contra larvas de *C. includens*, em condições de laboratório, utilizando-se o método de alimentação com discos foliares.

5.2. As maiores mortalidades de lagartas de primeiro ínstar de *A. argillacea* foram observadas nos tratamentos contendo *B. bassiana* (CG 138), independente da presença do caulim. Portanto, não se observou efeito aditivo ou sinérgico da mistura do caulim + *B. bassiana* (CG 138) sobre a mortalidade de lagartas de *A. argillacea*, em condições de laboratório, utilizando-se o método de alimentação com discos foliares.

5.3. O isolado CG 138 de *B. bassiana* é mais patogênico contra lagartas de primeiro ínstar de *A. argillacea* do que os isolados CG 70, CG82, ESALQ 634 e ESALQ 645, em condições de laboratório, utilizando-se o método de submersão.

5.4. Não se observaram diferenças significativas entre os isolados de *B. bassiana* CG 138, CG 70, CG 82, ESALQ 634 e ESALQ 645 com relação à patogenicidade contra lagartas de primeiro instar *C. includens*, em condições de laboratório, utilizando-se o método de submersão.

5.5. A mortalidade de lagartas de primeiro instar de *A. argillacea* é maior que as de *C. includens* nos tratamentos com *B. bassiana* (CG 138) ou caulim aplicados separadamente, em condições de laboratório, utilizando-se o método de alimentação com discos foliares.

## REFERÊNCIAS

ABBOTT, W.S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, v. 18, p. 265–266, 1925.

ABRAPA. Associação Brasileira dos produtores de algodão. Algodão no Brasil. Disponível em: <[https://www.abrapa.com.br/BibliotecaInstitucional/relatorio\\_gestao.pdf](https://www.abrapa.com.br/BibliotecaInstitucional/relatorio_gestao.pdf)>. Acesso em: 01 nov. 2017.

AGOPA, 2009. Surubim receberá algodão colorido. Disponível em: <<http://www.truman.com.br/htm/noticias/noticias.php>>. Acesso em: nov. 2017.

AGRIANUAL. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP/M&S, 2004.

AGOSTINI, L.T. Suscetibilidade de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) a entomopatógenos. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2014. 87p.

ALAVO, T.B.C. Biological control agents and environmentally-friendly compounds for the integrated management of *Helicoverpa armigera* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) on cotton: perspectives for pyrethroid resistance management in West Africa. **Archives of Phytopathology and Plant Protection**, v.39, p.105-111, 2006. DOI: 10.1080/03235400500181576.

ALAVO, T.B.C.; ABAGLI, A.Z.; TÉGBÉSSOU, K.J.C.; DUNPHY, G.B. Kaolin potential for the integrated management of *Aphis gossypii* Glov. (Homoptera: Aphididae) on cotton. **Archives of Phytopathology and Plant Protection**, v.44, p.764-770, 2011. DOI: 10.1080/03235408.2010.507959.

ALAVO, T.B.C.; YAROU, B.B.; ATACHI, P. Field effects of kaolin particle film formulation against major cotton lepidopteran pests in North Benin, West Africa. **International Journal of Pest Management**, v.56, p.287-290, 2010. DOI: 10.1080/09670871003628389.

ALLEN, S. Integration of inert dust into control of storage pests in bulk grain in storage in Australia. In: Proceedings of the International Conference Controlled Atmosphere and Fumigation in Stored Products, Fresno, CA, USA, 29 October–3 November 2000; pp. 279–284.

ALFORD, A.R.; HAMMOND JR., A.M. Plusiinae (Lepidoptera: Noctuidae) populations in Louisiana soybean ecosystems as determined with looplure-baited traps [*Pseudoplusia includens*, *Rachiplusia* ou, *Trichoplusia* spp.], **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 75, p. 647–650, 1982.

ALVES, S.B. Fungos entomopatogênicos, p. 289-381. In: ALVES, S.B. (Ed.) **Controle microbiano de insetos**. Piracicaba: FEALQ, 1998. 1163p.

ANAND, R.; PRASAD, B.; TIWARY, B.N. Relative susceptibility of *Spodoptera litura* pupae to selected entomopathogenic fungi. **Biocontrol**, v. 54, p. 85-92, 2009.

BANKS, J.; FIELDS, P.G. Physical Methods for Insect Control in Stored-Grain Ecosystems. In: Stored-Grain Ecosystems; JAYAS, D.S.; WHITE, N.D.G.; MUIR, W.E. (Eds) Marcel Dekker: New York, NY, USA, 1995; pp. 353–409.

BARBUT, J. Révision du genre *Rachiplusia* Hampson, 1913 (Lepidoptera, Noctuidae, Plusiinae). **Bulletin de la Société Entomologique de France**. v. 113, p. 445–452, 2008.

BATISTA FILHO, A.; ALVES, S.B.; ALVES, L.F.A.; PEREIRA, R.M.; AUGUSTO, N.T. Formulação de entomopatógenos, p. 917-966. In: ALVES, S.B. (Ed.) **Controle microbiano de insetos**. São Paulo, FEALQ. 1163p. 1998.

BELLANDA, H.C.H.B.; ZUCOLOTO, F.S. Lagartas desfolhadoras (Lepidoptera), p. 425-464. In: PANIZZU, A.; PARRA, J.R.P. (Eds.) **Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado de pragas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 1164p.

BESTETE, L.R.; TORRES, J. B.; SILVA, R. B. B.; TORRES, C. S. A. S.; CRISTINA S. BASTOS, C.S. **Development of cotton pests exhibiting different feeding strategy on water-stressed and kaolin-treated cotton plants.** Published online: 10 May 2016 Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2016. DOI 10.1007/s10340-016-0773-4. 2016.

BETANCOURT, C.M.; SCATONI, I.B. Lepidópteros de importancia económica en el Uruguay. Reconocimiento, biología y daños de las plagas agrícolas y forestales. 2da edición, hemisferio sur, Montevideo. 2006.

CADOGAN, B.L.; SCHARBACH, R.D. Effects of a kaolin-based particle film on oviposition and feeding of gypsy moth (Lep., Lymantriidae) and forest tent caterpillar (Lep., Lasiocampidae) in the laboratory. **Journal of Applied Entomology**, v.129, p.498-504, 2005. DOI: 10.1111/j.1439-0418.2005.01000.x.

CARVALHO, L.P.; RODRIGUES, J.I.S.; FARIAS, F.J.C. Selection of cotton lines for high oil content. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.52, p. 530-538, 2017.

CÉSAR FILHO, E.; MARQUES, E.J.; BARROS, R. Selection of *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) AND *Beauveria bassiana* (Bals.) isolates to control *Alabama argillacea* (Huebner) caterpillars. **Scientia Agricola**, v.59, p.457-462, 2002.

COOK, D.A.; WAKEFIELD, M.E.; BRYNING, G.P. The physical action of three diatomaceous earths against the cuticle of the flour mite *Acarus siro* L. (Acari: Acaridae). **Pest Management Science**, v. 64, p. 141–146, 2008.

DESPLAND, E. Effects of phenological synchronization on caterpillar early-instar survival under a changing climate. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 48, p. 247–254, 2017. dx.doi.org/10.1139/cjfr-2016-0537

DIEZ-RODRIGUEZ, G.I.; OMOTO, C. Herança da resistência de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) a lambda-cialotrina. **Neotropical Entomology**, v. 30, p. 311–316, 2001.

EIGENBRODE, S. D., DING, H., NEUFELD, J., DUETTINGT, P. Effects of Hydrophilic and Hydrophobic Kaolin-Based Particle Films on Pea Aphid (Homoptera: Aphididae) and Its Entomopathogen *Pandora neoaphidis* (Entomophthorales: Entomophthoraceae). *Journal of Economic Entomology*, Moscow, February, 2006.

EBELING, W. Sorptive dusts for pest control. *Annual Review of Entomology*, v. 16, p. 123–158, 1971.

FERNANDES, M.G.; MOREIRA, M.A.S.; DEGRANDE, P.E.; CUBAS, A.C.; SILVA, A.M. Vertical distribution, population density, and natural egg parasitism of cotton leafworm on cotton under IPM. *Revista Colombiana de Entomología*, v.33, p.27-30, 2007.

FINNEY, D. J. **Probit analysis**: a statistical treatment of the sigmoid response curve. Cambridge (Inglaterra): University Press, 1964. 318 p.

FARIA, L.L.F. de; OLIVEIRA, J.V.; BARROS, R. Patogenicidade do fungo *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill., em lagartas de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) sob condições de laboratório. *Caderno Ômega*, v.4, p.207-217, 1992.

FRANÇA, M.M.; TIGANO, M.S.; CARVALHO, R.S. Suscetibilidade de *Spodoptera frugiperda* aos fungos entomopatogênicos *Beauveria bassiana* e *Nomuraea rileyi*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 12., Belo Horizonte, 1989. **Resumos**. Belo Horizonte: SEB, 1989. p.254.

GARCIA, G.C.; BERENICE, G.M.M.; NESTOR, B.M. Pathogenicity of isolates of entomopathogenic fungi against *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) and *Epilachna varivestis* (Coleoptera: Coccinellidae). *Revista Colombiana de Entomología*, v. 37, p. 217–222, 2011.

GLENN, D.M.; PRADO, E.; EREZ, A. McFERSON, P.G. A reflective, processed-kaolin particle film affects fruit temperature, radiation reflection, and solar injury in apple. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, v. 127, p. 188-193, 2002.

GOATER, B.; RONKAY, L.; FIBIGER, M. *Noctuidae Europaeae*. Soro: Entomological Press, 2003. v.10, 452 p.

GOLOB, P. Current status and future perspectives for inert dusts for control of stored product insects. **Journal of Stored Products Research**, v. 33, p. 69–79, 1997.

GONÇALVES, S.G.; SILVA, C.A.D.; MACÊDO, M. DE M.F.D.; VASCONCELOS, E.D. Oviposição do curuquerê e alimentação de suas lagartas neonatas em algodoeiros tratados com caulim. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.50, p.526-533, 2015.

HAJEK, A. Ecology of terrestrial fungal entomopathogens. *Advances in Microbial Ecology* 15, 193–249, 1997.

HERZOG, D.C. Sampling soybean looper on soybean. In: KOGAN, M.; HERZOG, D.C. (Ed.). **Sampling methods in soybean entomology**. New York: Springer- Verlag, 1980. p.140-168.

HOCHULI, D.F. Insect herbivory and ontogeny: how do growth and development influence feeding behaviour, morphology and host use? **Austral Ecology**, v. 26, p. 563-570, 2001. doi:10.1046/j.1442-9993.2001.01135.x.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/busca.html?searchword=cultivo%20do%20algod%C3%A3o%202018&searchphrase=all>> Acesso em: outubro de 2018.

INGLE, Y.V.; LANDE, S.K.; BURGONI, G.K.; AUTKAR, S.S. Natural epizootic of *Nomuraea rileyi* on lepidopterous pests of soybean and green gram. **Journal of Applied Zoological Researches**, v.15, p. 160-162, 2004.

JOST, D.J.; PITRE, H.N. Soybean looper (Lepidoptera: Noctuidae) oviposition on cotton and soybean of different growth stages: influence of olfactory stimuli. **Journal of Economic Entomology**, v. 95, p. 286–293, 2002.

KARISE, R., MULJAR, R., SMAGGHE, G., KAART, T., KUUSIK, A., DREYERSDORFF, G., WILLIAMS, I. H., MÄND, M. Sublethal effects of kaolin and the biopesticides Prestop-Mix and

BotaniGard on metabolic rate, water loss and longevity in bumble bees (*Bombus terrestris*). **J Pest Sci.** 2015. DOI 10.1007/s10340-015-0649-z.

KESWANI C, SINGH SP, SINGH HB. *Beauveria bassiana*: status, mode of action, applications and safety issues. *Biotech Today*, v. 3, p.16–20, 2013.

LEE, J. A. COTTON. IN: FEHR, W. R. Principles of cultivar development. New York: Macmillan, 1987. v. 2, p. 126-160

LUTTRELL, R.G.; MINK, S.J. Damage to cotton fruiting structures by the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Cotton Science**, v. 3, p. 35–44, 1999.

MARISELVI, S.; MANIMEGALAI, K. Biochemical studies of cotton pest *Sylepta derogata* Fab. by *Econeem*, *Acorus calamus* and *Piper longum* extracts. **International Journal of Scientific and Research Publications**. v. 6, p. 388-402, 2016.

MARTINS, G.L.M.; MARUYAMA, L.C.T.; MARUGANA, W.I. Agentes microbianos no controle de *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae) em algodoeiro. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.74, p. 23-27, 2007.

MASON, C.J.; RAFFA, K.F. Acquisition and structuring of midgut bacterial communities in gypsy moth (Lepidoptera: Erebidae) larvae. **Environmental Entomology**, v. 43, p. 595–604, 2014. doi:10.1603/EN14031. PMID:24780292.

MEDEIROS, R.S.; LEMOS, W.P.; RAMALHO, F.S. Efeitos da temperatura no desenvolvimento de *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera, Pentatomidae) predador do curuquerê-do-algodoeiro (Lepidoptera, Noctuidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v.42, p.121-130, 1998.

MORESHET S; COHEN Y.; FUCHS, M.E. Effect os increasing foliage reflectance on yield, growth, and physiological behavior of a dryland cotton crop. **Crop Science**, v. 19, p. 863-868, 1979.

MOSCARDI, F.; BUENO, A. F.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; ROGGIA, S.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; POMARI, A. F.; CORSO, I. C.; YANO, S. A. C. Artrópodes que atacam as folhas da soja. In: HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. (Ed.). **Soja – Manejo Integrado de Pragas e outros Artrópodes-praga**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. Cap. 4, p. 213-309.

MOTA-SANCHEZ, D.; BILLS, P.S.; WHALON, M.E. Arthropod resistance to pesticides: status and overview. p. 241-272. In: WHEELER, W.E. (Ed.) **Pesticides in agriculture and the environment**. Marcel Dekker, New York, USA. 2002.

NEVES, R.C.S.; COLARES, F.; TORRES, J.B.; SANTOS, R.L.; BASTOS, C.S. Rational practices to manage boll weevils colonization and population growth on family farms in the Semiarid region of Brazil. **Insects**, v.5, p.818-831, 2014. DOI: 10.3390/insects5040818.

OLIVEIRA, J.R.G.; FERREIRA, M.C.; ROMÁN, R.A.A. Diameter of droplets and different equipments for the application of insecticide to control *Pseudoplusia includes*. **Engenharia Agrícola**, v. 30, p. 92-99, 2010.

OWNLEY, B.H., GWINN K.D., VEGA F.E. Endophytic fungal entomopathogens with activity against plant pathogens: ecology and evolution. **BioControl**, v. 55, p.113-128, 2010.

PANDEY, R.; HASAN, W. Pathogenicity of entomopathogenic fungi, *Metarhizium anisopliae* against tobacco caterpillar, *Spodoptera litura* (Fabricius). **Trends in Biosciences**, v. 2, p. 29-30, 2009.

PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. **Controle Biológico no Brasil: Parasitóides e Predadores**. Manole, São Paulo, Brazil. 2002.

PAVINATO, V. A. C. Variabilidade e estrutura genética de populações de *Alabama argillacea* (Hueb.) (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil: subsídios para o manejo da resistência à toxina Cry1Ac em algodão geneticamente modificado. Piracicaba, 2010. 121f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias)- Universidade de São Paulo.

POSADA, F.A, AIME, M.C., PETERSON, S. W., REHNER, S.A., VEJA, F.A. (2007). Inoculation of coffee plants with the fungal entomopathogen *Beauveria bassiana* (Ascomycota: Hypocreales), *Mycol Res* 111: 748-757.

QUIRINO, E. da S.; SOARES, J.J. Efeito do ataque de *Alabama argillacea* no crescimento vegetativo e sua relação com a fenologia do algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, p.1005-1010, 2001. DOI: 10.1590/S0100-204X2001000800001.

RAMALHO, F.S.; PACHÚ, J.K.S.; LIRA, A.C.S.; MALAQUIAS, J.B.; ZANUNCIO, J.C.; FERNANDES, F.S. **Feeding and dispersal behavior of the cotton leafworm, *Alabama argillacea* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), on Bt and non-Bt cotton: implications for evolution and resistance management.** *Plos One*, v.9, article e111588, 2014. DOI: 10.1371/journal.pone.0111588.

ROMANO, D. **Ocorrência de pragas na cultura do algodão transgênico (bt) e convencional cultivado no sistema adensado e não-adensado.** Dissertação (Mestrado) Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira, 2012.

SAMODRA, H.; IBRAHIM, Y. Effectiveness of selected entomopathogenic fungi in packed rice grain at room temperature against *Corcyra cephalonica* Stainton. **ASEAN Journal on Science Technology for Development**, v. 23, p. 183–192, 2006a.

SAMODRA, H.; IBRAHIM, Y. Effects of dust formulation of three entomopathogenic fungal isolates against *Sitophilus oryzae* (Coleopteran: Curculionidae) in rice grain. **Jurnal Biosains**, v.17, p.1-7, 2006b.

SANTOS, W.J. Manejo das pragas do algodão com destaque para o Cerrado brasileiro. In: FREIRE, E.C. (Ed.). **Algodão no Cerrado do Brasil**. 2.ed. rev. e ampl. Aparecida de Goiânia: Associação Brasileira dos Produtores de Algodão, 2011. p.495-566.

SANTORO, P.H.; NEVES, P.M.O.J.; ALEXANDRE, T.M.; ALVES, L.F.A. Interferência da metodologia nos resultados de bioensaios de seleção de fungos entomopatogênicos para o controle de insetos. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.42, p.783-489, 2007.

SARATE, P.J.; TAMHANE, V.A.; KOTKAR, H.M.; RATNAKARAN, N.; SUSAN, N.; GUPTA, V.S.; GIRI, A.P. Developmental and digestive flexibilities in the midgut of a polyphagous pest, the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera*. **Journal of Insect Science**, v. 12, p. 1-16, 2012.

SHOWLER, A.T. Effects of kaolin particle film on beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), oviposition, larval feeding and development on cotton, *Gossypium hirsutum* L. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.95, p.265-271, 2003. DOI: 10.1016/S0167-8809(02)00101-9.

SHOWLER, A.T. Effects of kaolin-based particle film application on boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) injury to cotton. **Journal of Economic Entomology**, v.95, p.754-762, 2002a. DOI:10.1603/0022-0493-95.4.754.

SHOWLER, A.T. Effects of water déficit stress, shade, weed competition and kaolin particle film on selected foliar free amino acid accumulations in cotton *Gossypium hirsutum* (L.). **Journal of Chemical Ecology**, v. 28, p. 631-651, 2002b.

SINGH, H.B.; KESWANI, C.; RAY, S.; YADAV, S.K.; SINGH, S.P.; SINGH, S.; SARMA, B.K. *Beauveria bassiana*: biocontrol beyond lepidopteran pests. **Soil Biology**, v. 45, p. 219–235, 2015.

SILVA, C.A.D. Seleção de isolados de *Beauveria bassiana* patogênicos ao bicudo-do-algodoeiro. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 36. p. 243-247. 2001.

SILVA, C.A.D. Seleção de isolados de *Beauveria bassiana* patogênicos a *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae). In: IV Congresso Brasileiro de Algodão, 2003, Goiânia, Anais do IV Congresso Brasileiro de Algodão, 2003.

SILVA, A.L.A.L.; SILVA, C.A.D. Concentração eficiente e econômica de caulim para a proteção de algodoeiro contra o bicudo. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 52, p.763-768, set. 2015. DOI: 10.1590/S0100-204X2015000900004

SILVA, C.A.D.; RAMALHO, F. S. Kaolin spraying protects cotton plants against damages by boll weevil *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of Pest Science**. 2013. DOI 10.1007/s10340-013-0483-0.

SILVA, C.A.D.; RAMALHO, F.S.; MIRANDA, J.E; ALMEIDA, R.P.; RODRIGUES, S.M.M.; ALBUQUERQUE, F.A. Sugestões Técnicas para o Manejo Integrado de Pragas do Algodoeiro no Brasil. Circular Técnica, 135. Embrapa Algodão. Campina Grande, PB. 2013. Disponível em: <[http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/97869/1/CIRTEC\\_135.pdf](http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/97869/1/CIRTEC_135.pdf) > Acesso em: 25 de outubro de 2017.

SILVA, T.B.M.; SIQUEIRA, H.A.A.; OLIVEIRA, A.C.; TORRES, J.B.; OLIVEIRA, J.V.; MONTARROYOS, P.A.V.; FARIAS, M.J.D.C. Insecticide resistance in Brazilian populations of the cotton leaf worm, *Alabama argillacea*. **Crop Protection**, v.30, p.1156-1161, 2011. DOI: 10.1016/j.cropro. 2011.05.022.

SMITH, R.J.; PEKRUL, S.; GRULA, E.A. Requirement for sequential enzymatic activities for penetration of the integument of the corn earworm (*Heliothis zea*). **Journal of Invertebrate Pathology**, v.38, p. 335-344, 2001

SISTERSON, M.S.; LIU, Y.B.; KERNS, D.L.; TABASHNIK, B.E. Effects of kaolin particle film on oviposition, larval mining, and infestation of cotton by pink bollworm (Lepidoptera: Gelechiidae). **Journal of Economic Entomology**, v.96, p.805-810, 2003. DOI: 10.1093/jee /96.3.805.

SOUSA, M. E. C.; WANDERLEY-TEIXEIRA V.; TEIXEIRA, A. A. C.; SIQUEIRA, H. A. A.; SANTOS, F. A. B.; ALVES, L. C. Histopathology and ultrastructure of midgut of *Alabama argilacea* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) fed Bt-cotton. **Journal of Insect Physiology**, v. 56, p. 1913-1919, 2010.

SREE, K.S, VARMA, A. (eds) (2015) Biocontrol of lepidopteran pests: use of soil microbes and their metabolites, vol 43. **Springer International Publishing, Switzerland** ISBN: 978-3-319-14499-3

STORM, C., SCOATES, F., NUNN, A., POTIN, O., DILLON, A. Improving Efficacy of *Beauveria bassiana* against Stored Grain Beetles with a Synergistic Co-Formulant. **Insect**, 2016. doi: 10.3390/insects7030042

SUBRAMANYAM, B.; HAGSTRUM, D.W. Inert dusts. In: SUBRAMANYAM, BH., HAGSTRUM, D.W. (Eds), Alternatives to Pesticides in Stored-product IPM. Kluwer Academic Publishers, Boston, 2000. pp 321-280.

TALAEI-HASSANLOUI, R.; KHARAZI-PAKDEL, A.; GOETTEL, M.S.; LITTLE, S.; MOZAFFARI, J. Germination polarity of *Beauveria bassiana* conidia and its possible correlation with virulence. **Journal of Invertebrate Pathology**, v.94, p. 102-107, 2007.

TOMQUELSKI, G.V. **Ocorrência de pragas e custo de produção em algodoeiro geneticamente modificado (Bt) e convencional**. Dissertação (Mestrado) Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP, Ilha Solteira, 2009.

XIAO, G.; YING, S.H.; ZHENG, P.; WANG, Z.L.; ZHANG, S.; XIE, X.Q.; SHANG, Y.; ST LEGER, R.J.; ZHAO, G.P.; WANG, C.; et al. **Genomic perspectives on the evolution of fungal entomopathogenicity in *Beauveria bassiana***. *Sci. Rep.* 2012, 2, 483.

ZALUCKI, M.P.; CLARKE, A.R.; MALCOLM, S.B. Ecology and behavior of first instar larval Lepidoptera. **Annual Review of Entomology**, v.47, p.361-393, 2002.

ZIMMERMANN, G. The entomopathogenic fungi *Isaria farinosa* (formerly *Paecilomyces farinosus*) and the *Isaria fumosorosea* species complex (formerly *Paecilomyces fumosoroseus*): biology, ecology and use in biological control. **Biocontrol Science and Technology**, v. 18, p. 865-901, 2008.

WARD, M.G. (1984), Formulation of Biological Insecticides. American Chemical Society.

WRAIGHT, S.P.; RAMOS, M.E; AVERY, P.B.; JARONSKI, S.T.; VANDENBERG, J.D. Comparative virulence of *Beauveria bassiana* isolates against lepidopteran pests of vegetable crops. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 103, p. 186-199, 2010.