



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CARIRI - UFCA  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
DESENVOLVIMENTO REGIONAL SUSTENTÁVEL - PRODER**

**LUCIVANIA GOMES DA SILVA**

**NUTRIÇÃO BIOLÓGICA DO ALGODOEIRO COMO PROTEÇÃO AO ATAQUE  
DE INSETOS-PRAGA E CONSERVAÇÃO DE SEUS INIMIGOS NATURAIS**

**CRATO – CEARÁ  
JUNHO/2022**

**LUCIVANIA GOMES DA SILVA**

**NUTRIÇÃO BIOLÓGICA DO ALGODOEIRO COMO PROTEÇÃO AO ATAQUE  
DE INSETOS-PRAGA E CONSERVAÇÃO DE SEUS INIMIGOS NATURAIS**

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional Sustentável da Universidade Federal do Cariri – UFCA, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestra em Desenvolvimento Regional Sustentável.

**Área de concentração:** Desenvolvimento Regional Sustentável

**Linha de Pesquisa:** Meio Ambiente

**Orientador:** Prof. Dr. Francisco Roberto de Azevedo

**Coorientador:** Dr. Fábio Aquino de Albuquerque

**CRATO – CEARÁ  
JUNHO/2022**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Cariri  
Sistema de Bibliotecas

---

- S586n Silva, Lucivania Gomes da.  
Nutrição biológica do algodoeiro como proteção ao ataque de insetos-praga e conservação de seus inimigos naturais / Lucivania Gomes da Silva. – 2022.  
84 f.: il. color.30 cm
- Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Cariri, Mestrado em Desenvolvimento Regional Sustentável (PRODER), Crato, 2022.
- Orientação: Prof. Dr. Francisco Roberto de Azevedo.  
Coorientação: Dr. Fábio Aquino de Albuquerque.
1. *Anthonomus grandis*. 2. *Azospirillum brasilense*. 3. *Beauveria bassiana*. 4. Biocarvão. 5. Monitoramento de insetos. 6. Teoria da trofobiose I. Título.

CDD 633.5193

---

Bibliotecária: Glacínésia Leal Mendonça  
CRB 3/ 925

LUCIVANIA GOMES DA SILVA

**NUTRIÇÃO BIOLÓGICA DO ALGODOEIRO COMO PROTEÇÃO AO ATAQUE  
DE INSETOS-PRAGA E CONSERVAÇÃO DE SEUS INIMIGOS NATURAIS**

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional Sustentável da Universidade Federal do Cariri – UFCA, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestra em Desenvolvimento Regional Sustentável.

**Área de concentração:** Desenvolvimento Regional Sustentável

**Linha de Pesquisa:** Meio Ambiente

**Orientador:** Prof. Dr. Francisco Roberto de Azevedo

**Coorientador:** Dr. Fábio Aquino de Albuquerque

Aprovada em: 16/05/2022.

BANCA EXAMINADORA



---

Prof. Dr. Francisco Roberto de Azevedo (Orientador)  
Universidade Federal do Cariri (UFCA)



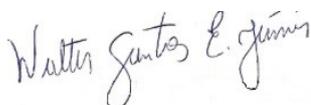
---

Pesquisador Dr. Fábio Aquino de Albuquerque (Coorientador)  
Embrapa Algodão (CNPQ)



---

Prof. Dr. Francisco José de Paula Filho (Membro Interno)  
Universidade Federal do Cariri (UFCA)



---

Prof. Dr. Walter Santos Evangelista Júnior (Membro Externo)  
Universidade Federal Rural do Pernambuco (UFRPE)

DEDICO...

A minha família que está comigo diariamente, que luta junto contra as intempéries da vida e que é suporte sempre que preciso, o meu amor por vocês não cabe em palavras.

*Especialmente aos meus pais por tudo que renunciaram e que enfrentaram para que eu conseguisse chegar até aqui. Por cada sol escaldante suportado, cada sono abdicado, por todas as férias que nunca tiveram a oportunidade de ter. Por todo trabalho, persistência, fé e coragem.*

A minha avó Divina por todo amor doado em todos os momentos da minha vida. Sou muito do que recebi da senhorita!  
A minha bisa, vovó Zefinha, pelo exemplo de mulher e de dedicação a fé e a família que deixou em mim.

De suas linhagens, se sou eu, só hoje que alcança esse lugar, mostra o quanto a luta não foi fácil, mas que o esforço de todos de alguma maneira contribuíram nessa conquista.

Ao meu avô Luis pela pessoa que foi, exemplo de amor e generosidade.

As duas princesinhas da minha vida que mostram que a vida é pra ser continuada, que a gente recebe é pra gente dar e que tudo vale a pena.

## AGRADECIMENTOS

Ao Divino por guiar meus passos e por toda graça concebida a mim.

Ao Prof. Dr. Francisco Roberto de Azevedo, pela orientação, por abrir as portas do Laboratório de Entomologia Agrícola e por todas as contribuições no decorrer do mestrado.

Ao pesquisador Dr. Fábio Aquino de Albuquerque, pela coorientação, por todo auxílio técnico no desenvolvimento dos experimentos e partilha generosa dos seus conhecimentos.

Aos demais membros da banca, as pessoas do Prof. Dr. Francisco José de Paula Filho e do Prof. Dr. Walter Santos Evangelista Júnior, pelas contribuições nessa dissertação.

A Universidade Federal do Cariri por oferecer educação de qualidade e gratuita.

Ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional Sustentável – PRODER e a todo seu corpo docente, por proporcionar a formação de mestres acima de tudo, humanos. Em especial, aos docentes que foram meus professores e assim contribuíram de alguma maneira com essa dissertação.

A Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária – EMBRAPA Algodão de Barbalha-CE, por permitir o desenvolvimento dos experimentos em sua unidade experimental e auxiliar nas demandas técnicas e materiais. Assim como, aos funcionários que eu tive contato e foi apoio de algum modo.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo, imprescindível para minha permanência na pós-graduação e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pelo incentivo a pesquisa.

Aos meus colegas de turma do mestrado pelas partilhas pessoais e profissionais, tão enriquecedoras. Eu não sou a mesma depois de vocês.

Ao Engenheiro Florestal Jardel Costa, meu companheiro de vida, por todo apoio na condução dos experimentos e nos demais momentos do mestrado. Essa dissertação é nossa.

Enfim, a todos que contribuíram de alguma forma, gratidão.

*Se pudesse o sol chover  
Só a metade do que chove no meu coração  
Dava um lago pra beber  
E o chão virava neve de tanto algodão*

(SIVUCA)

## RESUMO

O Nordeste foi uma das três maiores regiões produtoras de algodão no Brasil, mas a ocorrência da longa seca de 1979-1983, sucateamento da assistência técnica e extensão rural, e a ocorrência do bicudo-do-algodoeiro, *Anthonomus grandis* (Coleoptera: Curculionidae), nas plantações, somados a abertura das importações no início da década de 1990, levou a cultura a uma profunda crise. Iniciativas têm sido desenvolvidas para reintroduzir o cultivo do algodão no semiárido brasileiro, principalmente no que se refere ao manejo do bicudo. O uso de inseticidas surgiu como uma solução para o controle de pragas e ganhou força pelo discurso de eficiência com rapidez e praticidade, tornando-se uma prática amplamente aderida na agricultura, contudo estudos foram constatando seus malefícios, embora não suficientes para diminuir os usos, mostram a necessidade de buscar soluções realmente efetivas, capazes de chegar ao agricultor e que assim, contribuam para a garantia da produtividade agrícola reduzindo as externalidades negativas. A teoria da trofobiose, embasada na agricultura biológica, fundamenta que uma planta nutricionalmente desequilibrada estará mais susceptível ao ataque de pragas e produtos químicos como agrotóxicos tendem a fomentar esse desequilíbrio. Baseado nessa premissa buscou-se avaliar o uso de técnicas de agricultura biológica no algodoeiro, como forma de proteção ao ataque de insetos-praga. Para tanto foram desenvolvidos três experimentos na Estação Experimental da Embrapa em Barbalha-CE compreendidos entre o período de 2019 a 2020, em diferentes condições de cultivo: sistema irrigado, de sequeiro e casa-de-vegetação. Avaliou-se a bactéria fixadora de nitrogênio *Azospirillum brasilense*, o fungo *Beauveria bassiana* e o biocarvão no algodoeiro, analisando a capacidade desses agentes em melhorar a nutrição da cultura, para expressar resistência ao ataque de insetos-praga. As variáveis utilizadas como indicadores foram infestação de insetos-praga em campo e a emergência de *A. grandis* em campo, bem como em laboratório. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e quando significativos comparou-se as médias por meio do teste de Scott-knott. No sistema irrigado identificou-se a presença do inseto-praga *Aphis gossypii*, concluindo que esse foi influenciado pelo período fenológico da cultura e pelos seus inimigos naturais, mas não pelas fontes de nutrição. Já no de sequeiro, identificando a presença de *A. grandis* percebeu-se que os tratamentos *A. brasilense* e *B. bassiana* reduziram a incidência de *A. grandis*. Nas condições de casa-de-vegetação verificou-se que as plantas de algodoeiro BRS Araçá tratadas com a bactéria *A. brasilense* apresentaram menor ocorrência de oviposição de *A. grandis*. Estudos de tecnologias que busquem possibilidades de produção agrícola viável aliada a princípios ambientais e sociais são indispensáveis para uma agricultura sustentável.

**Palavras-chaves:** *Anthonomus grandis*; *Azospirillum brasilense*; *Beauveria bassiana*; biocarvão; monitoramento de insetos; teoria da trofobiose.

## ABSTRACT

The Northeast was one of the three largest cotton producing regions in Brazil, but the occurrence of the long drought of 1979-1983, scrapping of technical assistance and rural extension, and the occurrence of the cotton boll weevil, *Anthonomus grandis* (Coleoptera: Curculionidae), in the plantations, added to the opening of imports in the beginning of the 1990s, took the culture to a deep crisis. Initiatives have been developed to reintroduce cotton cultivation in the Brazilian semi-arid region, especially with regard to the management of the boll weevil. The use of insecticides emerged as a solution for pest control and gained strength through the discourse of efficiency with speed and practicality, becoming a practice widely adhered to in agriculture, however studies were noting its harm, although not enough to reduce uses, show the need to seek really effective solutions, capable of reaching the farmer and thus contributing to ensuring agricultural productivity by reducing negative externalities. The theory of trophobiosis, based on organic farming, argues that a nutritionally unbalanced plant will be more susceptible to attack by pests and chemical products such as pesticides tend to promote this imbalance. Based on this premise, we sought to evaluate the use of organic farming techniques in cotton, as a form of protection against insect pests. For that, three experiments were carried out at the Experimental Station of Embrapa in Barbalha-CE between the period from 2019 to 2020, under different cultivation conditions: irrigated, rainfed and greenhouse systems. The nitrogen-fixing bacterium *Azospirillum brasilense*, the fungus *Beauveria bassiana* and biochar in cotton were evaluated, analyzing the ability of these agents to improve crop nutrition, to express resistance to insect pests. The variables used as indicators were infestation of insect pests in the field and emergence of *A. grandis* in the field, as well as in the laboratory. The data obtained were submitted to analysis of variance and, when significant, the means were compared using the Scott-knott test. In the irrigated system, the presence of the insect pest *Aphis gossypii* was identified, concluding that it was influenced by the phenological period of the crop and its natural enemies, but not by the sources of nutrition. In the rainfed area, identifying the presence of *A. grandis*, it was noticed that the treatments *A. brasilense* and *B. bassiana* reduced the incidence of *A. grandis*. Under greenhouse conditions, it was found that BRS Araçá cotton plants treated with the bacterium *A. brasilense* had a lower occurrence of *A. grandis* oviposition. Studies of technologies that seek possibilities of viable agricultural production combined with environmental and social principles are essential for sustainable agriculture.

**Keywords:** *Anthonomus grandis*; *Azospirillum brasilense*; *Beauveria bassiana*; biochar; monitoring of insects; theory of trophobiosis.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Esquema gráfico do percurso metodológico adotado no experimento desenvolvido na Embrapa Algodão. Barbalha-CE, 2019.	22
Figura 2 – Esquema gráfico do percurso metodológico adotado no experimento desenvolvido no sítio agroecológico da Embrapa Algodão. Barbalha-CE, 2019.	22
Figura 3 – Esquema gráfico do percurso metodológico adotado no experimento desenvolvido em casa-de-vegetação da Embrapa Algodão. Barbalha-CE, 2020.	23
Figura 4 – Dados de temperatura média, umidade relativa do ar e precipitação do município de Barbalha-CE, de fevereiro a agosto de 2020.	49
Figura 5 – Dados de temperatura, umidade relativa do ar e precipitação do município de Barbalha-CE de março a setembro de 2020.	70
Figura 6 – Infestação (%) de <i>Anthonomus grandis</i> em algodoeiro cultivado em casa-de-vegetação da Embrapa Algodão de março a setembro de 2020.	72
Figura 7 – Emergência (%) de <i>Anthonomus grandis</i> de armadilhas (voil e gaiolas) instaladas em casa-de-vegetação da Embrapa Algodão. Barbalha-CE, 2020.	73
Figura 8 – Emergência (%) de <i>Anthonomus grandis</i> em laboratório a partir de botões florais (com furo de oviposição) coletados em casa-de-vegetação da Embrapa Algodão. Barbalha-CE, 2020.	74
Figura 9 – Comprimento em milímetro de <i>Anthonomus grandis</i> emergidos em casa-de-vegetação (botões com furo de oviposição ensacados - armadilha voil e engaiolados – armadilha gaiola) e em laboratório (botões com furo de oviposição incubados em B.O.D. experimento desenvolvido em casa-de-vegetação da Embrapa Algodão. Barbalha-CE, 2020.	75

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 – Local e estruturas da planta do algodoeiro para amostragem de insetos-praga.	17
---	----

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Comparativo de área, produtividade e produção de pluma de algodão no Brasil.	16
Tabela 2 – Ocorrência (%) de <i>Aphis gossypii</i> em algodoeiro em Dias Após a Emergência (DAE) das plantas. Barbalha-CE, 2019.	35
Tabela 3 – Ocorrência (%) de <i>Hippodamia convergens</i> em algodoeiro em Dias Após a Emergência (DAE) das plantas. Barbalha-CE, 2019.	38
Tabela 4 – Ocorrência (%) de <i>Aphis gossypii</i> em algodoeiro em Dias Após a Emergência (DAE) das plantas em sítio agroecológico na Embrapa Algodão de Barbalha-CE, 2020.	53
Tabela 5 – Ocorrência (%) de <i>Hippodamia convergens</i> em algodoeiro em Dias Após a Emergência (DAE) das plantas, no experimento desenvolvido em sítio agroecológico na Embrapa Algodão de Barbalha-CE, 2020.	54
Tabela 6 – Oviposição (%) de <i>Anthonomus grandis</i> em botões florais de algodoeiro submetido a diferentes tratamentos em sítio agroecológico na Embrapa Algodão de Barbalha-CE, 2020.	56
Tabela 7 – Infestação (%) de <i>Anthonomus grandis</i> em algodoeiro submetido a diferentes tratamentos em sítio agroecológico na Embrapa Algodão de Barbalha-CE, 2020.	57
Tabela 8 – Oviposição (%) de <i>Anthonomus grandis</i> em botões florais de algodoeiro submetido a diferentes tratamentos em casa-de-vegetação na Embrapa Algodão de Barbalha-CE, 2020.	72

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 OBJETIVOS.....	14
2.1 OBJETIVO GERAL.....	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
3 JUSTIFICATIVA.....	14
4 REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
4.1 A COTONICULTURA NO BRASIL.....	15
4.2 PRAGAS DO ALGODOEIRO.....	16
4.3 A TEORIA DA TROFOBIOSE.....	18
4.4 FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO: Bactéria <i>Azospirillum brasilense</i> .....	18
4.5 FUNGO <i>Beauveria bassiana</i> .....	19
4.6 BIOCARVÃO.....	20
5 METODOLOGIA GERAL.....	21
REFERÊNCIAS.....	23
CAPÍTULO I.....	30
<i>Beauveria bassiana</i> E BIOCARVÃO EM ALGODOEIRO CULTIVADO, SOB CONDIÇÕES IRRIGADAS, NA EMBRAPA ALGODÃO DE BARBALHA-CE.....	30
CAPÍTULO II.....	45
EFEITO DE BIOFERTILIZANTES APLICADOS NO ALGODOEIRO SOBRE A DINÂMICA POPULACIONAL DE PRAGAS E SEUS INIMIGOS NATURAIS.....	45
CAPÍTULO III.....	66
OCORRÊNCIA DO BICUDO <i>Anthonomus grandis</i> (Coleoptera: Curculionidae) EM ALGODOEIRO CULTIVADO EM CASA-DE-VEGETAÇÃO.....	66

## 1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento sustentável é a base conceitual para a criação de novos modelos que pretendam conciliar o desenvolvimento econômico e social com o equilíbrio ecológico, na agricultura essa sinergia torna-se especialmente delicada por tratar-se de uma atividade de grande impacto sobre os recursos naturais (MARCELINO-ARANDA *et al.*, 2017).

A Organização das Nações Unidas (ONU) apresentou no Relatório dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) dezessete objetivos e destes, o ODS 2 Fome zero e Agricultura Sustentável e o 12 Consumo e Produção Responsáveis, estão em concordância com a fundamentação teórica dessa pesquisa (ONU, 2016).

A agroecologia é uma alternativa à agricultura convencional, conforme Kansanga *et al.* (2020), agroecologia baseia-se na interação natureza-sociedade por meio de sua ênfase no projeto de sistemas agrícolas usando uma série de práticas ecológicas, incluindo diversificação de culturas, reciclagem de nutrientes, consórcio, rotação de culturas e integração pecuária, e de uma maneira que garante que os agroecossistemas possam reabastecer sua própria fertilidade.

A agricultura de base ecológica surgiu para traduzir as manifestações do que vinha sendo tratado como agriculturas alternativas, dentre as quais está à agricultura biológica (DIDONET *et al.*, 2006). Esses sistemas proporcionam maiores serviços ecossistêmicos e benefícios sociais, em comparação a agricultura convencional, porém necessitam de uma diversidade de instrumentos políticos para facilitar seu desenvolvimento e implementação (REGANOLD; WACHTER, 2016).

A agricultura biológica foi mencionada pela primeira vez por Sir Howard, no livro “An agricultural testament” em 1940 (COSTA *et al.*, 2016). Na década de 1960 Claude Aubert fundou a Agricultura Biológica ou Agrobiológica (DINIZ, 2011). Essa corrente liga-se à teoria da trofobiose, apresentada por Chaboussou (1987), com a posição de que a resistência das plantas ao ataque de insetos-praga e fitopatógenos e a sua saúde e vigor são determinados pelo equilíbrio nutricional ou desequilíbrios provocados por agroquímicos.

De encontro a essa teoria, está a utilização de agrotóxicos na agricultura convencional. De acordo com Lopes; Albuquerque (2018) o Brasil ainda possui políticas públicas, mantidas pela influência da bancada ruralista no Congresso Nacional, que fomentam o uso e o comércio de agrotóxicos, exemplos: custo irrisório de registro de produtos na Agência Nacional de

Vigilância Sanitária (ANVISA) (de R\$ 180,00 a R\$ 1.800,00) e a isenção, na maioria dos Estados, do Imposto sobre a Comercialização de Mercadorias e Serviços (ICMS).

Aplicações excessivas de agrotóxicos causam externalidades negativas, dentre as quais Moraes (2019) apresenta, os impactos sobre seres humanos, desde simples náuseas, dores de cabeça e irritações na pele até problemas crônicos, como diabetes, malformações congênitas e vários tipos de câncer; e os impactos ambientais como contaminação da água, plantas e solo, diminuição no número de organismos vivos e aumento da resistência de pragas.

Neves *et al.* (2009) destacaram as culturas que mais demandaram defensivos agrícolas em 2008, dentre essas o algodoeiro estava na quinta posição, com o porcentual de 6% do total comercializado no Brasil. O algodoeiro é cultivado em todo o mundo como fonte de óleo, ração animal e a mais importante fibra. A mão-de-obra rural e urbana está ligada a essa cultura devido à sua matéria-prima para indústrias têxteis, descaroçadoras e extratoras de óleo (YASIN; YASMIN, 2019). A espécie herbácea *Gossypium hirsutum* L. é a mais cultivada para produção de fibras e fornece mais de 90% do algodão mundial (PEIXOTO *et al.*, 2021).

*G. hirsutum* desempenha um papel significativo na economia de muitos países, contribuindo até na melhoria da segurança alimentar, pois mesmo não sendo comestível, pode fornecer aos agricultores dinheiro para comprar alimentos (MALINGA; LAING, 2021). Devido os insetos-praga afetarem os rendimentos em quase 40% se não forem geridas de forma adequada, podem causar grande preocupação para as lavouras de algodão, o *Anthonomus grandis* (Boheman), por exemplo, exerce preocupação considerável, uma vez que sua ocorrência pode causar danos mais severos em várias fases do ciclo do algodão (ALVES *et al.*, 2020).

Com base nessas considerações, apresenta-se como primeiro problema desse estudo o fato que para a teoria da trofobiose a utilização excessiva de agrotóxicos afeta o equilíbrio das plantas tornando-as mais susceptíveis ao ataque de insetos-praga; em sinergia, encontra-se a reintrodução do algodoeiro no semiárido brasileiro de forma sustentável, posto que a cotonicultura já fosse uma forte base econômica dessa região, contribuindo diretamente para seu avanço. Mas, alguns fatores induziram seu declínio: o ataque de insetos-praga, baixos preços no mercado internacional, falta de política agrícola visando dar suporte a cotonicultura regional (ARAÚJO, 2013), dentre outros. Assim, surgem duas perguntas norteadoras desse estudo: Técnicas de agricultura biológica, com a premissa de nutrição da planta, protegem a cultura do algodão contra o ataque de insetos-praga? A nutrição do algodoeiro é alternativa capaz de fomentar a reintrodução sustentável da cotonicultura no semiárido brasileiro?

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o uso de técnicas de agricultura biológica na cultura do algodão como forma de proteção ao ataque de insetos-praga e possibilidade sustentável da retomada do algodoeiro no semiárido brasileiro.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Testar o uso da bactéria fixadora de nitrogênio, *Azospirillum brasilense*, do fungo *Beauveria bassiana* e do biocarvão no algodoeiro, analisando a capacidade desses agentes em melhorar a nutrição da cultura, para expressar resistência ao ataque de insetos-praga;
- b) Monitorar a ocorrência de inimigos naturais das pragas do algodoeiro sob essas condições de nutrição da cultura;
- c) Verificar se os sistemas de cultivos irrigado, de sequeiro e casa-de-vegetação sob essas condições de nutrição da cultura afetam a ocorrência das pragas do algodoeiro e seus inimigos naturais;
- d) Observar a emergência do *Anthonomus grandis* em condições de campo e de laboratório, após ser submetido a esse sistema de nutrição do algodoeiro.

## 3 JUSTIFICATIVA

A Embrapa Algodão (Campina Grande - PB) em parceria com o Governo do Estado iniciou em 2016 o Projeto Algodão Paraíba com objetivo de revitalizar a cadeia produtiva do algodão na Paraíba. A meta era de contemplar 2.500 agricultores com intuito que o agricultor tenha no algodão mais uma alternativa de convivência com o semiárido (EMBRAPA ALGODÃO, 2016). Além disso, a Embrapa Algodão apoia iniciativas estaduais voltadas à cotonicultura, como exemplo, recentes tentativas de retomada ocorridas no Ceará, no final de novembro de 2017. Foi apresentado ao governo estadual o programa de modernização da cultura do algodão no Ceará, elaborado por especialistas da Embrapa, Secretaria do Desenvolvimento Agrário (SDA), Federação da Agricultura e Pecuária do Estado do Ceará (FAEC), Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará (EMATERCE), Secretaria da Agricultura, Pesca e Aquicultura (SEAPA) e Agência do Desenvolvimento do Estado do Ceará (ADECE) (COÊLHO, 2018).

Com base em Araújo (2013) no cultivo do algodoeiro convencional verifica-se um número elevado de aplicação de agrotóxicos, principalmente nas condições do agronegócio, sendo boa parte desses produtos do tipo inseticida, em consequência ao grande número de artrópodes fitófagos com potencial para se tornarem insetos-praga nessa cultura.

Conforme a teoria da trofobiose de Chaboussou (1987), o uso de agrotóxico causa desequilíbrio em plantas, tornando-as mais susceptíveis ao ataque de pragas e ocasionando um ciclo vicioso e destrutivo, do ponto de vista ambiental. A substituição desses produtos por formas menos danosas deve ser fomentada. Para isso, muitas barreiras precisam ser ultrapassadas, principalmente políticas.

O desenvolvimento de modelos de produção agrícola de base ecológica tornou-se necessário para suprir a demanda de alimentos livres de resíduos tóxicos e ao mesmo tempo, respeitar os preceitos da sustentabilidade, da conservação do meio ambiente e do bem-estar do ser humano (MICHEREFF FILHO *et al.*, 2013).

Zanuncio Jr. *et al.* (2018), embasam que apesar das dificuldades para inserção de métodos alternativos, eles são mais viáveis por mostrarem resultados superiores quanto à contaminação ambiental e saúde humana, comparados aos agrotóxicos.

Para a reintrodução do algodão, com capacidade de exportação, é imprescindível o estudo de tecnologias que permitam uma produção sustentável, ponderando as condições atuais do algodoeiro, como forma de cultivo, maquinário e condições de colheita.

## **4 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **4.1 A COTONICULTURA NO BRASIL**

Durante o século XX, a cultura do algodão foi o principal produto agrícola do semiárido brasileiro, com mais de 3,2 milhões de hectares plantados (BEZERRA, 2012). Até a década de 1980, o Nordeste era uma das três maiores regiões produtoras de algodão, mas a ocorrência do *A. grandis* jogou a cultura em uma profunda crise, agravada pela seca de 1979-1983 e pelo sucateamento da assistência técnica e extensão rural, somado a abertura das importações, no início da década de 1990 (COÊLHO, 2018).

O Brasil já foi um dos maiores exportadores de algodão e voltou a assumir essa posição mais recentemente, em virtude dos avanços tecnológicos que foram incorporados e ao reposicionamento das culturas nas áreas do cerrado central e nas áreas de fronteira agrícola no Nordeste (MELO; BELLEN, 2019).

Nos últimos anos, o Brasil tem se mantido entre os cinco maiores produtores mundiais, ao lado de países como China, Índia, EUA e Paquistão (GARCIA *et al.*, 2019), ocupando o primeiro lugar no quesito produtividade em sequeiro (ABRAPA, 2021).

Conforme dados da CONAB (2020), houve um enfraquecimento da demanda interna e externa de algodão em 2020, causado pela pandemia, deixando o país no final do ano com o maior volume de estoque da história, entretanto a maior parte foi negociada para entregas futuras. A produção de pluma na safra 2019/2020 foi de 2.737,9 mil toneladas, 8,8% a menos que na safra 2018/2019, com valor de 3.001,6 mil toneladas (CONAB, 2020) (Tabela 1).

Tabela 1 – Comparativo de área, produtividade e produção de pluma de algodão no Brasil.

Região	Área (em mil ha)			Produtividade (em kg/ha)			Produção (em mil t)		
	Safra 18/19	Safra 19/20	VAR. %	Safra 18/19	Safra 19/20	VAR. %	Safra 18/19	Safra 19/20	VAR. %
Norte	16,5	16,5	-	1.552	1.464	(5,7)	25,6	24,2	(5,5)
Nordeste	365,3	293,7	(19,6)	1.850	1.766	(4,6)	675,9	518,6	(23,3)
Centro-oeste	1.233,5	1.212,7	(1,7)	1.797	1.748	(2,8)	2.217,1	2.119,4	(4,4)
Sudeste	49,1	45,6	(7,1)	1.664	1.633	(1,9)	81,7	74,5	(8,8)
Sul	1,2	1,1	(8,3)	1.053	1.099	(4,4)	1,3	1,2	(7,7)
<b>Norte/Nordeste</b>	<b>381,8</b>	<b>310,2</b>	<b>(18,8)</b>	<b>1.837</b>	<b>1.750</b>	<b>(4,8)</b>	<b>701,5</b>	<b>542,8</b>	<b>(22,6)</b>
<b>Centro/Sul</b>	<b>1.283,8</b>	<b>1.259,4</b>	<b>(1,9)</b>	<b>1.792</b>	<b>1.743</b>	<b>(2,7)</b>	<b>2.300,1</b>	<b>2.195,1</b>	<b>(4,6)</b>
<b>Brasil</b>	<b>1.665,6</b>	<b>1.569,6</b>	<b>(5,8)</b>	<b>1.802</b>	<b>1.744</b>	<b>(3,2)</b>	<b>3.001,6</b>	<b>2.737,9</b>	<b>(8,8)</b>

Fonte: Adaptado de CONAB, 2020.

#### 4.2 PRAGAS DO ALGODOEIRO

As pragas na agricultura são uma das principais causas de perdas nas lavouras em todo o mundo (ALVES *et al.*, 2020). No algodoeiro um complexo de pragas que ocorre sistematicamente na cultura pode reduzir significativamente a produção, caso não sejam tomadas, a tempo, as devidas medidas de controle (MIRANDA, 2010).

No Brasil, 259 espécies de artrópodes foram registradas associadas ao algodoeiro, entretanto apenas cerca de 5% de insetos e pouco mais de 1% de ácaros são reconhecidos com *status* de praga, sendo isto variável de região para região. Dentre as espécies de praga, algumas são reconhecidas como pragas-chave. Nesta condição é exigido que medidas de controle sejam tomadas para evitar dano econômico, independentemente da região ou local onde o algodoeiro for cultivado (ALMEIDA *et al.*, 2019).

De acordo com Circular Técnica da Embrapa (ALMEIDA *et al.*, 2019), para que as medidas de controle sejam eficientes, é necessário o reconhecimento da importância do monitoramento através da amostragem e que essa seja uma prática comum, devendo ser considerado o número de plantas; a parte da planta em que será realizada a contagem dos artrópodes ou injúrias causadas; a forma de caminhamento na lavoura e o intervalo em dias entre uma amostragem e outra. Além do mais, as plantas devem ser avaliadas aleatoriamente, enquanto o local e as estruturas da planta amostradas dependem de cada inseto (Quadro 1).

Quadro 1 – Local e estruturas da planta do algodoeiro para amostragem de insetos-praga.

Inseto-praga	Local e Estrutura da planta
Tripes	Folhas novas da região apical da planta
Pulgão	Folhas novas da região apical da planta
Cochonilha	Folhas novas da região apical da planta
Curuquerê	Terceira folha expandida da região apical
Mosca-branca	Face ventral da terceira folha expandida da região apical
Bicudo	Botão floral maior que 3 mm e menor que 6mm de diâmetro, na metade superior da planta
Lagarta-das-maçãs	Folhas localizadas no terço superior ou nas brácteas dos botões florais das plantas
Spodoptera	Folhas localizadas no terço superior ou nas brácteas dos botões florais das plantas
Lagarta-rosada	Maçã firme maior que 2,5 cm e menor que 3,0 cm de diâmetro, próxima ao ápice da planta
Ácaro	Face ventral das folhas da região apical (ácaro-branco) e mediana (ácaros vermelho e rajado) da planta
Percevejos	Botão floral e maçã menor que 2,0 cm de diâmetro

FONTE: Adaptado de ALMEIDA *et al.* (2019).

O algodoeiro é propenso ao ataque de diversas pragas. De acordo com Miranda *et al.* (2015), destaca-se Bicudo-do-algodoeiro – *Anthonomus grandis* (Boheman), Pulgão verde – *Aphis gossypii* (Glover), Lagarta helicoverpa – *Helicoverpa armigera* (Hübner), Lagarta-das-maçãs – *Heliothis virescens* (Fabricius), Lagarta Spodoptera – *Spodoptera frugiperda* (JE Smitth), Curuquerê-do-algodoeiro – *Alabama argillacea* (Hübner), Mosca branca – *Bemisia tabaci* biótipo B (Gennadius), Lagarta-rosada – *Pectinophora gossypiella* (Saunders), Lagarta eridania – *Spodoptera eridania* (Cramer), Cochonilha – *Phenacoccus solenopsis* (Tinsley) e Ácaro-rajado – *Tetranychus urticae* (Koch).

Em destaque, o bicudo-do-algodoeiro é uma das principais pragas capazes de ocasionar problemas relacionados à produção do algodão no Brasil. O inseto apresenta coloração de marron-avermelhado à cinza escuro, variando sua coloração de acordo com a idade/dias de emergência dos adultos (BARROS, 2015). Infesta as lavouras de algodão desde o início da

emissão de botões florais até a colheita, podendo ter 4 a 6 gerações em um ciclo da cultura (MIRANDA *et al.*, 2015).

#### 4.3 A TEORIA DA TROFOBIOSE

Há muito já se tinha claro que as plantas que cresciam adubadas com matéria orgânica não apresentavam maiores problemas de pragas e doenças, também já era bem conhecido o fato de que a modernização da agricultura tinha acarretado um aumento significativo de pragas (GUAZZELLI *et al.*, 2007). Estudos feitos e/ou compilados pelo pesquisador francês Francis Chaboussou forneceram as bases para a elaboração da teoria da trofobiose, que permite estabelecer o elo significativo entre esses dois fenômenos verificados na prática dos agricultores (GUAZZELLI *et al.*, 2007).

A partir do princípio da teoria da trofobiose, o acúmulo de substâncias solúveis na seiva das plantas se dá por perturbações no processo de síntese protéica (proteossíntese) e no metabolismo dos hidratos de carbono, provocadas por desequilíbrios minerais no solo, oriundos do uso de adubos minerais de alta solubilidade e, na planta, pelo uso de agrotóxicos (VILA NOVA; SILVA JÚNIOR, 2010).

A trofobiose apresenta-se como o aporte teórico-prático mais apropriado e eficaz para a produção de um cultivo saudável, favorecendo a produção orgânica e como possibilidade de desconstruir o imaginário de que a produção agrícola só é possível mediante o uso de agrotóxico (SANTOS; SILVA, 2020) e está relacionada a um manejo do sistema como um todo, em que vários fatores (e a interação entre eles) contribuem para a existência de condições adequadas de equilíbrio trofobiótico, promovendo um aumento da sustentabilidade (VILA NOVA; SILVA JÚNIOR, 2009).

#### 4.4 FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO: Bactéria *Azospirillum brasilense*

Devido ao aproveitamento dos fertilizantes nitrogenados pelas plantas ser relativamente baixo, chegando em muitos casos a menos que 50%, várias pesquisas têm apresentado como fonte alternativa para a economia de fertilizantes nitrogenados, a fixação biológica de nitrogênio (FBN), que pode suplementar ou até mesmo substituir a adubação nitrogenada e o uso de bactérias promotoras do crescimento de plantas (BPCP), que atuam por meio de vários mecanismos, inclusive a FBN (BORIN *et al.*, 2014).

Quando poucos cientistas acreditavam que a FBN poderia competir com fertilizantes minerais, Johanna Döbereiner, entre 1963 e 1969, iniciou um programa de pesquisas sobre os

aspectos limitantes da FBN em leguminosas (EMBRAPA, 2021). Seus estudos demonstraram que em regiões tropicais como o Brasil é possível utilizar espécies de bactérias que agem em simbiose com plantas leguminosas e gramíneas, fixando nitrogênio (ALMEIDA *et al.*, 2017a). As pesquisas estenderam-se posteriormente a associações de várias bactérias diazotróficas em simbiose endofítica com plantas não leguminosas (EMBRAPA, 2021).

O trabalho de Johanna Döbereiner reduziu os custos da soja brasileira, representando uma economia anual de \$1.00 bilhão de dólares em fertilizantes nitrogenados e aumentando o potencial agrícola do país, além disso levou o Brasil a melhorar a produção de diversas leguminosas, a um custo mais baixo e com menos poluição do meio ambiente (MELO; RODRIGUES, 2013). Este trabalho também o consolidou como um líder mundial na pesquisa sobre a associação de bactérias fixadoras de nitrogênio a cultivos agrícolas (ALMEIDA *et al.*, 2017b). A agrônoma fez uma grande contribuição para a pesquisa da simbiose, microbiologia da rizosfera e investigação do papel de Rhizobactérias associativas na promoção do crescimento vegetal (SIGIDA *et al.*, 2019).

De acordo com Queiroz (2014), a FBN realizada pelas bactérias diazotróficas é uma estratégia adicional na adubação nitrogenada e tem recebido destaque nas práticas de adubação e o nitrogênio fixado pode ser disponibilizado para a cultura, melhorando a nutrição da planta, aumentando sua produção e minimizando os custos. Esse autor cita como exemplo dessas bactérias as do gênero *Azospirillum*, que tem sido utilizado na agricultura, como promotoras do crescimento de plantas, aumentando o rendimento das culturas.

A espécie *Azospirillum brasilense* é uma das mais bem estudadas e utilizadas para a produção agrícola em todo o mundo (RONDINA *et al.*, 2020). Já foi testada em algumas culturas como milho (SOUZA, 2014; MARKS *et al.*, 2015), soja (RONDINA *et al.*, 2020), arroz (BEUTLER *et al.*, 2016) e algodão (AHMED *et al.*, 2020).

#### 4.5 FUNGO *Beauveria bassiana*

Os agentes biocontroladores apresentam importante propriedade de conferir proteção às plantas causando doenças aos insetos-praga, em contrapartida ao uso de agrotóxicos, o controle biológico oferece vantagens, quanto à seletividade de hospedeiros, capacidade de dispersão a partir de indivíduos da população, controle mais duradouro, podendo o entomopatógeno permanecer por vários anos no ambiente, sinergismo com inseticidas químicos em subdosagens e inibição de desenvolvimento de resistência pela praga (ALMEIDA, 2005).

Dentre os microrganismos com potencial de controle de pragas, destaca-se os fungos filamentosos com atividade entomopatogênica (SILVA, 2018). Por serem os microrganismos mais frequentemente encontrados causando doenças em insetos (SILVA, 2001).

Fungos do gênero *Beauveria* são bastante utilizados em diferentes programas de controle biológico de insetos-praga no Brasil (ALVES; FARIA, 2010). Elegendo-se como alternativa ao uso de inseticidas químicos (DALZOTO; UHRY, 2009).

*B. bassiana* é um fungo que existe naturalmente nos solos de todo o mundo, causando uma doença fatal em vários insetos, agindo como um parasita (SILVA, 2018). É um entomopatógeno cosmopolita facultativo com uma ampla gama de hospedeiros. Estudos transcriptômicos de sequências de RNA revelaram a capacidade surpreendente deste fungo se adaptar a variados nichos ambientais, incluindo sobrevivência e interações fora do hospedeiro inseto (XIAO *et al.* 2012; SINGH *et al.*, 2015; GALDINO, 2019).

#### 4.6 BIOCARVÃO

A ideia de queimar fontes ricas em carbono para aumentar o estoque no solo e melhorar suas propriedades químicas, físicas e biológicas, surgiu a partir de estudos com a chamada ‘terra preta de índio’ em sítios pré-históricos da Amazônia Central, que despertou interesse no meio científico ao perceberem a presença de solos muito férteis em locais de grandes manchas pretas nos solos que, acredita-se, possa ser uma mistura de eventos naturais, combinados com a influência humana (WAYNE, 2012; ANDRADE, 2015; PRONATURA INTERNATIONAL, 2016; PINTO, 2016). Esses solos são caracterizados por grandes estoques de matéria orgânica estável e altos níveis de nutrientes (GLASER, 2007; MARTINS, 2018). Em virtude do conhecimento indígena, pesquisadores estão hoje redescobrimo as vantagens de adicionar biomassa carbonizada (biocarvão) aos solos (PINTO, 2016).

Conforme Silva (2017), o biocarvão pode ser obtido através da utilização de resíduos agroindustriais, fator que contribui para a redução de custos na agricultura e o destino correto desses resíduos. Podendo ser definido como um produto poroso, carbonado obtido a partir da pirólise (queima em ambiente limitado em oxigênio) de materiais orgânicos; diversos materiais podem ser utilizados como matérias-primas, incluindo lodos de estações de tratamento de efluentes, materiais vegetais e adubos (PINTO, 2016).

Dentre as propriedades do biocarvão se destacam: a possibilidade deste material diminuir os teores biodisponíveis de metais pesados no solo, agir como condicionante do solo, aumentar a resistência das plantas à doenças (DOWNIE *et al.*, 2009; JOSEPH *et al.*, 2013;

SANTOS, 2015), pode contribuir com o sequestro de carbono no solo (DOWNIE *et al.*, 2009; SANTOS, 2015), possui alta capacidade de troca catiônica (CTC) e maior porosidade, que proporcionam maior capacidade de reter cátions e água do solo favorecendo o aumento da produtividade das culturas (DOWNIE *et al.*, 2009; SANTOS, 2015), e possivelmente aumentar a resistência das plantas ao ataque de pragas.

Com base em informações disponibilizadas pela Pro-natura International (2016), culturas como arroz, cana de açúcar, tomate, algodão, amendoim e feijão, tiveram rendimento aumentado superior a 50% quando tratadas com biocarvão.

## 5 METODOLOGIA GERAL

Para Gil (2008), o método experimental consiste, especialmente, em submeter os objetos de estudo à influência de certas variáveis, em condições controladas e conhecidas pelo investigador, para observar os resultados que a variável produz no objeto.

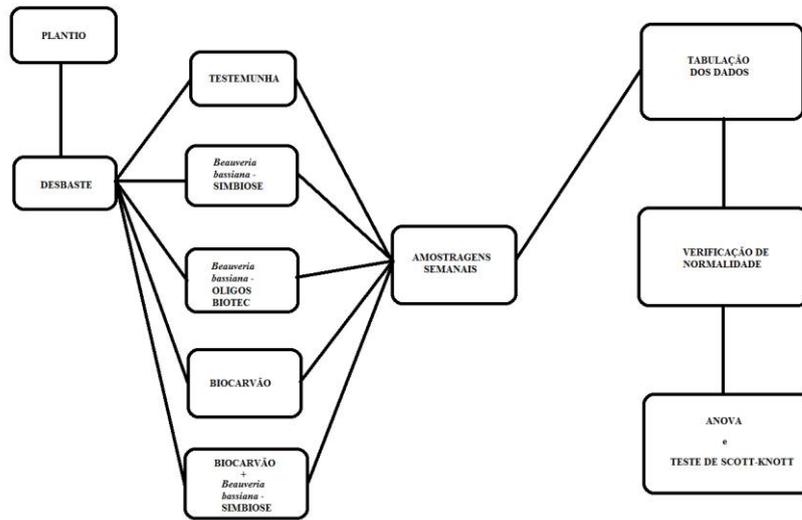
A pesquisa utilizou como método científico geral o hipotético-dedutivo e como específicos: o experimental e o estatístico. Quanto à finalidade a pesquisa é aplicada e os níveis de pesquisa são exploratória, descritiva e explicativa. Quanto ao modelo de interação pesquisador-objetos de estudo identifica-se como modelo clássico de pesquisa, com delineamento experimental (com dois grupos - tratamentos e testemunha).

No decorrer da pesquisa foram conduzidos três experimentos utilizando o algodoeiro herbáceo, *Gossypium hirsutum* L. raça *latifolium* Hutch, na Embrapa Algodão de Barbalha-CE, cada um sob condições distintas, a saber: Experimento 01 – desenvolvido de junho a dezembro de 2019 com a cultivar BRS 433 B2RF FL em condições irrigadas; Experimento 02 – desenvolvido de fevereiro a agosto de 2020 com a cultivar BRS Araçá em condições de sequeiro; e Experimento 03 – desenvolvido de março a setembro de 2020 com as cultivares BRS Araçá e BRS 433 B2RF FL em sistema de casa-de-vegetação sob condições irrigadas.

Os dados obtidos em cada experimento foram organizados para verificações estatísticas. A normalidade dos dados foi verificada por meio do teste Shapiro-Wilk. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade no software SISVAR (FERREIRA, 2019).

No primeiro experimento foram estudados diferentes fontes de nutrição na cultura do algodão, a partir da concepção de que plantas bem nutridas estão menos propícias ao ataque de insetos-praga. Para as verificações foram realizadas amostragens semanais e por fim os dados obtidos foram submetidos a análises estatísticas (Figura 1).

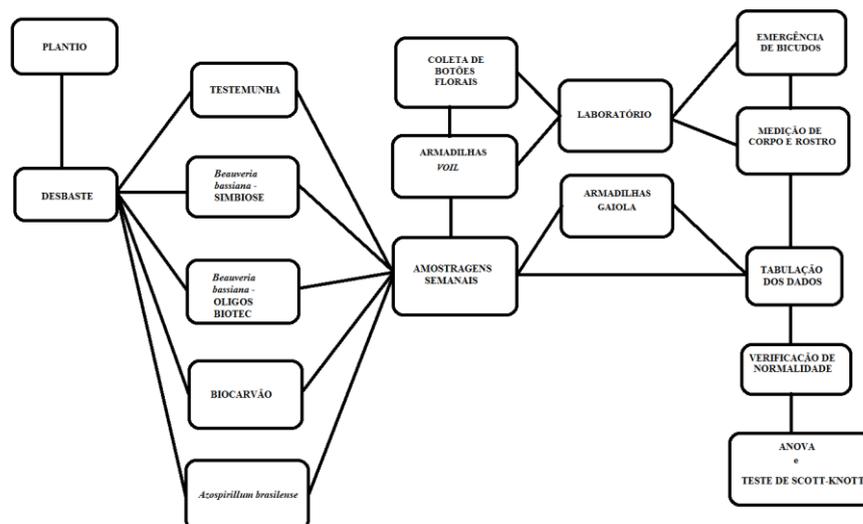
Figura 1 – Esquema gráfico do percurso metodológico adotado no experimento desenvolvido na Embrapa Algodão. Barbalha-CE, 2019.



Fonte: Os autores, 2021.

No segundo experimento estudou-se a influência de diferentes fontes de nutrição sobre o algodoeiro de sítio agroecológico em sistema de sequeiro, com a premissa de que plantas bem nutridas estão menos propícias ao ataque de insetos-praga. Para as verificações foram realizadas amostragens semanais, introdução de armadilhas entomológicas e coleta de botões florais para medição de emergência também em campo; posteriormente todos os dados obtidos foram submetidos a análises estatísticas (Figura 2).

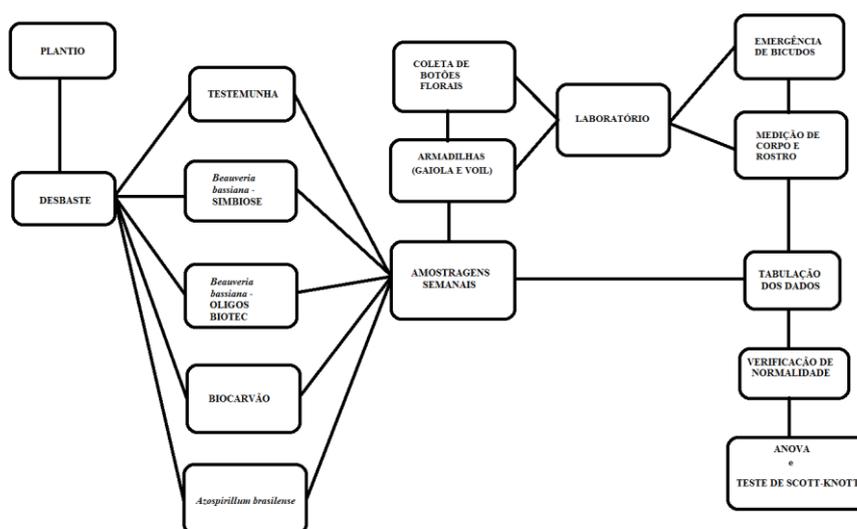
Figura 2 – Esquema gráfico do percurso metodológico adotado no experimento desenvolvido no sítio agroecológico da Embrapa Algodão. Barbalha-CE, 2020.



Fonte: Os autores, 2021.

No terceiro experimento estudou-se a influência diferentes fontes de nutrição sobre o algodoeiro em condições de casa-de-vegetação. Para as verificações foram realizadas amostragens semanais, introdução de armadilhas entomológicas e coleta de botões florais para medição de emergência também em campo; todos os dados obtidos foram submetidos a análises estatísticas (Figura 3).

Figura 3 – Esquema gráfico do percurso metodológico adotado no experimento desenvolvido em casa-de-vegetação da Embrapa Algodão. Barbalha-CE, 2020.



Fonte: Os autores, 2021.

De modo geral, avaliou-se a porcentagem de infestação de insetos-praga nas lavouras de algodão e a emergência de bicudos do algodoeiro em campo e em laboratório. Os tratamentos estudados foram a bactéria *Azospirillum brasilense*, o fungo *Beauveria bassiana* (Oligos biotec e Simbiose) e o biocarvão. Cada experimento foi detalhado em artigo específico que estão apresentados nos próximos capítulos.

## REFERÊNCIAS

ABRAPA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE ALGODÃO. **Algodão no Brasil**. 2021. Disponível em: <https://www.abrapa.com.br/Paginas/Dados/Algod%C3%A3o%20no%20Brasil.aspx>. Acesso em: 15 jun. 2021.

AHMED, H.S. A.; MONA, H. A. H.; YEHIA, W. M. B. Response of some gyptian cotton varieties for bio-fertilizer and its effect on yield, yield components and fiber traits. **Plant Archives**, v. 20, n. 2, p. 9575-9583, 2020.

ALMEIDA, G. K. S.; BARBOSA, C. S.; SILVA NETO, C. P. A fixação biológica de nitrogênio através de fronteiras e culturas: o caso de johanna döbereine. **Pesquisare**, v. 2, n. 1, p. 72-72, 2017a.

ALMEIDA, G. K. S.; BARBOSA, C. S.; SILVA NETO, C. P. Soja, ciência e política no Regime Militar: um estudo de caso baseado na obra de Johanna Döbereiner. **Pesquisare**, v. 1, n. 1, p. 63-63, 2017b.

ALMEIDA, J. C. D. **Patogenicidade e viabilidade de *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* var. *anisopliae* e *Metarhizium anisopliae* var. *acridum* ao *Anthonomus grandis* (Boheman) (Coleoptera: Curculionidae)**. 2005. 151 p. Tese (doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE, 2005.

ALMEIDA, R. P. de; SOARES, J. J.; ALBUQUERQUE, F. A. de. **Manejo agroecológico de pragas do algodoeiro**. Campina Grande: Embrapa Algodão (**Circular Técnica, 141**), 2019. 50 p.

ALVES, A. N.; SOUZA, W. S. R.; BORGES, D. L. Cotton pests classification in field-based images using deep residual networks. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 174, p. 1-9, 2020.

ALVES, R. T.; FARIA, M. Pequeno Manual sobre fungos entomopatogênicos. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, (**Documentos, 286**). 2010, 50 p.

ANDRADE, R. O. Biocarvão melhora fertilidade e ajuda na descontaminação do solo. **Pesquisa Fapesp**. Edição Online 21:31 15 jan. 2015.

ARAÚJO, G. P. **Cultivo do algodão agroecológico no semiárido com ênfase no manejo de pragas: em busca da sustentabilidade**. 2013. 102 p. Dissertação. (Mestrado em Desenvolvimento Regional Sustentável) – Universidade Federal do Cariri, Juazeiro do Norte, 2013.

BARROS, E. M. **Suscetibilidade de *Anthonomus grandis* BOH. (Coleoptera: Curculionidae) e sobrevivência de inimigos naturais de pragas do algodoeiro a inseticidas**. 2015. 80 p. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola) - Universidade Federal Rural do Pernambuco. Recife, 2015.

BEUTLER, A. N.; BURG, G. M.; DEAK, E. A.; SCHMIDT, M. R.; GALON, L. Effect of nitrogen-fixing bacteria on grain yield and development of flooded irrigated rice. **Revista Caatinga**, v. 29, n. 1, p. 11-17, 2016.

BEZERRA, B. G.; SILVA, B. B.; BEZERRA, J. R. C.; SOFIATII, V. SANTOS, C. A. C. Evapotranspiration and crop coefficient for sprinkler-irrigated cotton crop in Apodi Plateau semiarid lands of Brazil. **Agricultural Water Management**, v. 107, p. 86-93, 2012.

BORIN, A. L. D. C.; FERREIRA, A. C. de B.; CUNHA, M. H.; MORAES, M. C. G. **Adubação nitrogenada e inoculação com *Azospirillum brasilense* em algodoeiro**. Resumo - FERTBIO. 1 p. ARAXÁ-MG, 2014.

CHABOUSSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos** - a teoria da trofobiose. Porto Alegre: LPM, 1987, 256 p.

COÊLHO, J. D. **Produção de algodão**. Caderno setorial ETENE. Ano 3. n. 26. Fortaleza, 2018. 7 p.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Algodão**: outubro-novembro de 2020. Brasília: CONAB, 2020. 5 p.

COSTA C.A.; CORREIA H.E.; CORREIA P.; COSTA D.; GAIÃO D.; GUINÉ R.; COELHO C.; COSTA, J.M.; MONTEIRO A.; OLIVEIRA J.; PINTO A.; RODRIGUES P.; CASTRO M.; GUERRA L.T.; SEEDS C.; COLL C., MACDONALD J.; Radics L.; Soyly S.; Arslan M.; Tóthová M.; Tóth P.; Basile S. 2016. **Organic Farming e-book**. EOSA/IPV, Vigo.

DALZOTO, P. R.; UHRY, K. F. Controle biológico de pragas no Brasil por meio de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.71, n.1, p.37-41, 2009.

DIDONET, A. D.; BAGGIO, A. J.; MACHADO, A. T.; TAVARES, E. D.; COUTINHO, H. L. da C.; CANUTO, J. C.; GOMES, J. C. C.; RIBEIRO, J. F.; WADT, L. H. de O.; MATTOS, L. M. de.; BORBA, M. F. S.; KATO, M. do S. A. K.; URCHEI, M. A. U.; KITAMURA, P. C. K.; PEIXOTO, R. T. de G. **Marco referencial em Agroecologia**. Pelotas: Embrapa, 2006. 31 p.

DINIZ, B. L. M. T. **Agroecologia e Agricultura orgânica**. Caderno de Licenciatura em Ciências Agrárias. Bananeiras: Editora Universitária/UFPB, v. 7, 2011, 40 p.

DOWNIE, A.; CROSKY A.; MUNROE P. **Physical Properties of Biochar**. IN: LEHMANN, J.; JOSEPH, S. *Biochar for Environmental Management: Science and Technology*, London: Earthscan, 2009. p.13-32.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **A cientista que revolucionou a agricultura**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/memoria-embrapa/inicial>. Acesso em: 15 jun. 2021.

EMBRAPA ALGODÃO – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Projeto busca fortalecer cultura do algodão na agricultura familiar na Paraíba**. 2016. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/9870162/projeto-busca-fortalecer-cultura-do-algodao-na-agricultura-familiar-na-paraiba>. Acesso em: 30 ago. 2021.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019. Disponível em: <<http://www.biometria.ufla.br/index.php/BBJ/article/view/450>>. Acesso: Fev. 10, 2020.

GALDINO, J. da S. **Suscetibilidade de lagartas desfolhadoras do algodoeiro ao fundo *Beauveria bassiana* misturado ao caulim**. 2019. 36 p. Dissertação. (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande-PB, 2019.

GARCIA, S.; CORDEIRO, A.; NÄÄS, I. de A; COSTA NETO, P. L. de O. The sustainability awareness of Brazilian consumers of cotton clothing. **Journal of Cleaner Production**, v. 215, p. 1490-1502, 2019.

- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- GLASER, B. Prehistorically modified soils of central Amazonia: a model for sustainable agriculture in the twenty-first century. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 362, n. 1478, p. 187-196, 2007.
- GUZZELLI, M. J.; MEIRELES, L.; BARRETO, R.; GONÇALVES, A. MOTTER, C.; RUPP, L. C. Aplicação da teoria da trofobiose no controle de pragas e doenças: uma experiência na serra gaúcha. **Agriculturas**, v. 4, n. 1, p. 16-19, 2007.
- JOSEPH, S.D.; GRABER, E.R.; CHIA, C.; MUNROE, P., DONNE, S.; THOMAS, T.; NIELSEN, S.; MARJO, C.; RUTLIDGE, H.; PAN, G.X.; Li, L.; TAYLOR, P. ; RAWAL, A. & HOOK, J. Shifting paradigms: development of high-efficiency biochar fertilizers based on nano-structures and soluble components. **Carbon Management**, v. 4, n. 3, p. 323-343, 2013.
- KANSANGA, M. M.; KANGMENNAANG, J.; KERR, R. B.; LUPAFYA, E.; DAKISHONI, L.; LUGINAAH, I. Agroecology and household production diversity and dietary diversity: Evidence from a five-year agroecological intervention in rural Malawi. **Social Science & Medicine**, v. 281, n., 10 p., 2020.
- LOPES, C. V. A.; ALBUQUERQUE, G. S. C. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. **Saúde em Debate**, v. 42, n. 117, p. 518-534, 2018.
- MALINGA, L. N.; LAING, M. D. Efficacy of three biopesticides against cotton pests under field conditions in South Africa. **Crop Protection**, v. 145, p. 1-8, 2021.
- MARCELINO-ARANDA, M.; SÁNCHEZ-GARCÍA, M. C.; CAMACHO, A. D. Bases teórico-práticas de un modelo de desarrollo sustentable para comunidades rurales con actividades agropecuarias. **Agricultura, sociedad y desarrollo**, v. 14, n. 1, p. 47-59, 2017.
- MARKS, B. B.; MEGÍAS, M.; OLLERO, F. J.; NOGUEIRA, M. A.; ARAÚJO, R. S.; HUNGRIA, M. Maize growth promotion by inoculation with *Azospirillum brasilense* and metabolites of *Rhizobium tropici* enriched on lipo-chitooligosaccharides (LCOs). **AMB Express**, v. 5, n. 1, p. 1-11, 2015.
- MARTINS, C. C. **Biochar, composto orgânico e potássio nas características químicas e lixiviação de nutrientes em espodossolo e no cultivo de mucuna preta e moringa**. 2018. 113 p. Tese. (Doutorado em Produção Vegetal). Campos dos Goytacazes-RJ, 2018.
- MELO, H. P. de; RODRIGUES, L. M. C. S. **Pioneiras da Ciência do Brasil**. Rio de Janeiro: SBPC, 2013. 39 p.
- MELO, P. T. N. B.; BELLEN, H. M. V. O Desenvolvimento dos Municípios Nordestinos Dedicados à Cotonicultura em Diferentes Paradigmas Produtivos no Período 2000-2010. **Revista Desenvolvimento em Questão**. v. 17, n. 47, p. 301-323, 2019.
- MICHEREFF FILHO, M.; RESENDE, F. V.; VIDAL, M. C.; GUIMARÃES, J. A.; MOURA, A. P. de; SILVA, P. S. da; REYES, C. P. Manejo de pragas em hortaliças durante a transição agroecológica. Brasília-DF: Embrapa Hortaliças (**Circular Técnica, 119**), 2013, 16 p.

MIRANDA, J. E. **Manejo integrado de pragas do algodoeiro no cerrado brasileiros**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2010. 37p.

MIRANDA, J. E.; RODRIGUES, S. M. M.; ALBUQUERQUE, F. A. de; SILVA, C. A. D. da; ALMEIDA, R. P. de; RAMALHO, F. de S. **Guia de Identificação de Pragas do Algodoeiro**. Campina Grande: Embrapa Algodão (**Documentos**, 255), 2015. 69 p.

MORAES, R. F. de. **Agrotóxicos no Brasil: padrões de uso, política da regulação e prevenção da captura regulatória**. Brasília: IPEA, 2019. 84 p.

NEVES, E. M.; MENTEN, J. O. M.; MENTEN, M. M.; TROMBETA, N. de C. Brasil: demanda e perspectivas. **Revista Agroanalysis**, v. 29, n. 8, p. 27-32, 2009.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **The Sustainable Development Goals Report**. New York: United Nations, 2016. 56 p.

PEIXOTO, M. A.; EVANGELISTA, J. S. P. C.; ALVES, R. S.; FARIAS, F. J. C.; CARVALHO, L. P.; TEODORO, L. P. R.; TEODORO, P. E.; BHERING, L. L. Models for optimizing selection based on adaptability and stability of cotton genotypes. **Ciência Rural**, v. 51, n. 5, p. 1-14, 2021.

PINTO, T. O. **Potencialidades do vermicomposto, de seu resíduo sólido (da extração de substâncias húmicas), do biochar e de humina para o uso na remediação de solo contaminado com cádmio**. 2016. 61 p. Dissertação. (Mestrado em Fitossanidade e Biotecnologia aplicada) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ, 2016.

PRONATURA INTERNATIONAL. **Biochar é um insumo que aumenta a produtividade agrícola de forma ecológica por meio do sequestro de carbono**. 2016.

QUEIROZ, I. D. S. **Implicações da inoculação com *Azospirillum brasilense* e de níveis de N em milho transgênico no cerrado**. 2014. 49 p. Dissertação. (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, 2014.

REGANOLD, J.; WACHTER, J. Organic agriculture in the twenty-first century. **Nature Plants**, v. 2, n. 1, p. 8, 2016.

RONDINA, A. B. L.; SANZOVO, A. W. dos S.; GUIMARÃES, G. S.; WENDLING, J. R.; NOGUEIRA, M. A.; HUNGRIA, M. Changes in root morphological traits in soybean co-inoculated with *Bradyrhizobium* spp. and *Azospirillum brasilense* or treated with *A. brasilense* exudates. **Biology And Fertility Of Soils**, v. 56, n. 4, p. 537-549, 2020.

SANTOS, R. M. **Biocarvão associado a fertilizante e sua influência no aproveitamento de fósforo pela planta**. 2015. 27 p. Dissertação. (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2015.

SANTOS, R. R. O.; SILVA, Q. P. S. A importância da trofobiose para a saúde das plantas: fundamentos para a produção orgânica. **Revista Opara**, v. 10, n. 1, p. 02-13, 2020.

SIGIDA, E. N.; FEDONENKO, Y. P.; SHASHKOV, A. S.; ZDOROVENKO, E. L.; KONNOVA, S. A.; KNIREL, Y. A. Structure of the O-specific polysaccharide of *Azospirillum doebereineriae* type strain GSF71T. **Carbohydrate Research**, v. 478, p. 54-57, 2019.

SILVA, C. A. D. da. Seleção de isolados de *Beauveria bassiana* patogênicos ao bicudo-do-algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 2, p. 243-247, 2001.

SILVA, C. T. A. da. **Atividade proteolítica e especificidade de fungos filamentosos entomopatogênicos sobre a lagarta da maçã do algodoeiro *Heliothis virescens* (Fabricius, 1777) (Lepidoptera: Noctuidae)**. 2018. 59 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Biotecnologia) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2018.

SILVA, R. V. **Biochar, fungos micorrizicos e adubação verde no cultivo do mamoeiro**. 2017. 102 p. Dissertação. (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Aplicadas, Campos dos Goytacazes-RJ, 2017.

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.

SOUZA, W. C. R. de. **Manejo da adubação nitrogenada na cultura do milho pelo uso da inoculação com *Azospirillum brasilense* em consórcio com capim xaraés**. 2014. 68 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2014.

VILANOVA, C.; SILVA JÚNIOR, C. D. da. A Teoria da Trofobiose sob a abordagem sistêmica da agricultura: eficácia de práticas em agricultura orgânica. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.4, n.1, p. 39-50, 2009.

VILANOVA, C.; SILVA JÚNIOR, C. D. da. Avaliação da trofobiose quanto às respostas ecofisiológicas e bioquímicas de couve e pimentão, sob cultivos orgânico e convencional. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 5, n. 1, p. 127-137, 2010.

WAYNE, E. **A brief history of biochar**. Oxford University. Innovation towards Sustainable Development. Pro-natura International. 2012.

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.; FENG, M.G. Genomic perspectives on the evolution of fungal entomopathogenicity in *Beauveria bassiana*. **Scientific Reports**. v. 2, n. 482, p. 1-10, 2012.

YASIN, S.; YASMIN, A. Standardization of a genotype independent combination of growth regulators for axenic shoot tip culture of cotton. **Biocatalysis And Agricultural Biotechnology**, v. 19, n. 2, p. 1-8, 2019.

ZANUNCIO JUNIOR, J. S.; LAZZARINI, A. L.; OLIVEIRA, A. A. de; RODRIGUES, L. A.; SOUZA, I. I. de M.; ANDRIKOPOULOS, F. B.; FORNAZIER, M. J.; COSTA, A. F. da.

Manejo agroecológico de plagas: alternativas para una agricultura sustentável. **Revista Científica Intelletto**, v. 3, n. 3, p .18-34, 2018.

## 1 CAPÍTULO I

2

### 3 *Beauveria bassiana* E BIOCARVÃO EM ALGODOEIRO CULTIVADO, SOB 4 CONDIÇÕES IRRIGADAS, NA EMBRAPA ALGODÃO DE BARBALHA-CE<sup>1</sup>

5

6 **RESUMO:** Na agricultura orgânica, os processos empregados no controle das pragas e  
7 doenças baseiam-se no equilíbrio nutricional da planta (trofobiose), pelo melhor equilíbrio  
8 energético e metabólico do vegetal. Esse estudo teve como objetivo avaliar o efeito de  
9 *Beauveria bassiana* e biocarvão em algodoeiro cultivado, sob condições irrigadas, em uma  
10 área experimental da Embrapa Algodão localizada no município de Barbalha-CE. O  
11 experimento foi conduzido na Embrapa Algodão, na Estação experimental de Barbalha-CE,  
12 entre os meses de junho a dezembro de 2019. O monitoramento dos insetos foi realizado  
13 semanalmente ao longo da fase de desenvolvimento das plantas e o delineamento estatístico  
14 adotado foi em blocos casualizados (DBC), com cinco tratamentos e quatro repetições  
15 (Tratamentos: Fungo *Beauveria bassiana* – Oligos Biotec (B1); Fungo *Beauveria bassiana* –  
16 Simbiose (B2); Biocarvão; B1 + Biocarvão; e controle). Os dados foram submetidos à análise  
17 de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Os  
18 insetos identificados com mais frequência foram pulgão *Aphis gossypii*, Parasitoide  
19 *Lysiphlebus* sp., e a Joaninha *Hippodamia convergens*. Não foram observadas diferenças  
20 significativas entre os tratamentos e o controle para a ocorrência de pulgão. Diferenças  
21 significativas foram observadas apenas entre as fases fenológicas da cultura. Pelo que foi  
22 observado o fator tempo foi determinante para a flutuação populacional dos insetos. A  
23 variação da população dos insetos observados ocorreu em função das disponibilidades de  
24 alimento e/ou hospedeiro.

---

<sup>1</sup> Este artigo será submetido à Revista Ciência Rural.

1 **Palavras-chave:** entomofauna, monitoramento, trofobiose.

2 **ABSTRACT:** In organic agriculture, the processes used to control pests and diseases are  
3 based on the plant's nutritional balance (trophobiosis), for the best energy and metabolic  
4 balance of the plant. This study aimed to evaluate the effect of *Beauveria bassiana* and  
5 biochar on cotton cultivated under irrigated conditions in an experimental area of Embrapa  
6 Algodão located in the municipality of Barbalha-CE. The experiment was conducted at  
7 Embrapa Algodão, at the Experimental Station of Barbalha-CE, between June and December  
8 2019. Insect monitoring was carried out weekly throughout the plant development phase and  
9 the statistical design adopted was in randomized blocks (DBC), with five treatments and four  
10 replications (Treatments: Fungus *Beauveria bassiana* – Oligos Biotec (B1), Fungus  
11 *Beauveria bassiana* – Symbiosis (B2), Biochar, B1 + Biochar, and control). Data were  
12 subjected to analysis of variance and means compared by Scott-Knott test at 5% probability.  
13 The most frequently identified insects were aphid (*Aphis gossypii*), Parasitoid (*Lysiphlebus*  
14 sp.), and Ladybug (*Hippodamia convergens*). There were no significant differences between  
15 treatments and control for aphid occurrence. Significant differences were observed only  
16 between the phenological phases of the crop. From what was observed, the time factor was  
17 determinant for the insect population fluctuation. The variation in the population of insects  
18 observed occurred as a function of food and/or host availability.

19 **Key words:** entomofauna, monitoring, trophobiosis.

20

## 21 **INTRODUÇÃO**

22 O algodoeiro herbáceo *Gossypium hirsutum* L. é uma espécie da família Malvaceae  
23 amplamente cultivada no Brasil em diferentes sistemas de produção, desde pequenas glebas,  
24 de agricultura familiar, até plantios empresariais com alto nível tecnológico (AGUILAR,  
25 2021). Com base em Roviezzo e León (2020) o algodão é a quarta cultura que mais utiliza

1 agrotóxicos no Brasil, sendo responsável por aproximadamente 10% do volume total utilizado  
2 no país.

3 Na última década, o Brasil expandiu em 190% o mercado de agrotóxicos, o que  
4 colocou o País em primeiro lugar no ranking mundial de consumo de agrotóxicos desde 2008  
5 (LOPES; ALBUQUERQUE, 2018). Em 2017, o número de estabelecimentos agropecuários  
6 que utilizaram agrotóxicos foi da ordem de 1.681.470 unidades (IBGE, 2017).

7 Com base em Alves (2018), o uso excessivo de agrotóxicos causa problemas ao meio  
8 ambiente, inclusive tem aumentado a intensidade de insetos-praga. Por outro lado, uma  
9 nutrição equilibrada das plantas contribui na redução de incidência de insetos-praga, por  
10 exemplo, condições equilibradas de potássio favorecem a síntese de proteínas e reduz o  
11 acúmulo de carboidratos e compostos solúveis de nitrogênio nas células das plantas, os  
12 nutrientes agem de forma específica na proteção contra insetos-praga, podendo causar efeitos  
13 adversos às pragas do sistema agrícola (OLIVEIRA, 2018).

14 Há uma procura por meios alternativos e viáveis para o controle de populações de  
15 insetos indesejáveis frente aos mecanismos de controle propostos na agricultura convencional,  
16 inclusive para o equilíbrio dos agroecossistemas, nesse sentido a Teoria da Trofobiose  
17 proposta por Francis Chaboussou (1969) vem sendo reinterpretada (AVILA et al., 2016).  
18 Estando intimamente relacionada ao manejo agroecológico das culturas e contribuindo para a  
19 resistência fisiológica das plantas (OLIVEIRA, 2018).

20 Na medida em que a trofobiose apresenta relação direta com os distúrbios metabólicos  
21 causados pelo estresse fisiológico das plantas, está consequentemente, relacionada também  
22 com a determinação das respostas da produtividade a esses distúrbios e a correspondente  
23 sustentabilidade do agroecossistema, assim a adoção de práticas ecológicas pelo ser humano,  
24 poderá conter ou regular o estresse, de modo a manter a sustentabilidade e o nível de  
25 produtividade (VILA NOVA; SILVA JÚNIOR, 2009).

1           Esse estudo teve como objetivo avaliar o efeito de *Beauveria bassiana* e biocarvão em  
2 algodoeiro cultivado, sob condições irrigadas, em uma área experimental da Embrapa  
3 Algodão localizada no município de Barbalha-CE.

4

## 5 **MATERIAIS E MÉTODOS**

6

7           A pesquisa foi conduzida na Estação Experimental da Embrapa Algodão, localizada  
8 no município de Barbalha-CE, sob coordenadas geográficas 7°17'29''S de latitude,  
9 39°16'12'' W de longitude e 385 m de altitude acima do nível do mar (ARAÚJO et al., 2015).

10           Foi utilizado o algodoeiro herbáceo, *Gossypium hirsutum* L. raça *latifolium* Hutch (cv.  
11 BRS 433 B2RF FL), sob condições irrigadas por aspersão convencional. O plantio ocorreu no  
12 dia 26 de junho e a finalização da colheita no dia 19 de dezembro de 2019. Os tratos culturais  
13 foram de acordo com as recomendações da Embrapa, não havendo aplicações de inseticidas  
14 químicos para o controle dos insetos-praga.

15           Os tratamentos testados foram: Fungo *Beauveria bassiana* – Oligos biotec (B1);  
16 Fungo *Beauveria bassiana* – Simbiose (B2); Biocarvão; B1 + Biocarvão; e controle. Os  
17 fungos foram diluídos em água a uma dosagem de 16g/20L para posterior aplicação da calda,  
18 próximo ao caule da planta – rente ao solo; o biocarvão também foi aplicado próximo ao  
19 caule da planta, mas sem diluição, em uma proporção de 1% considerando a área útil. Ao todo  
20 foram feitas duas aplicações dos tratamentos, nos dias 15 e 29 de agosto de 2019.

21

### 22 **Monitoramento dos insetos**

23           Para amostragem dos insetos na lavoura leva-se em consideração o número de plantas  
24 a serem amostradas, a porção ou parte da planta em que será realizada a contagem dos

1 artrópodes ou injúrias causadas, a forma de caminhamento na lavoura para amostragem e o  
2 intervalo em dias entre uma amostragem e outra (ALMEIDA et al., 2019).

3 A amostragem dos insetos-praga ocorreu conforme técnica recomendada pela  
4 Embrapa (ALMEIDA et al., 2019), considerando que o local e estrutura da planta onde se fará  
5 a amostragem depende de cada inseto, por exemplo, para o pulgão recomenda-se observar as  
6 folhas novas da região apical da planta, para mosca-branca face ventral da terceira folha  
7 expandida da região apical e para o bicudo o botão floral maior que 3 mm e menor que 6 mm  
8 de diâmetro, na metade superior da planta.

9 Conforme Araújo et al. (2015) as amostragens ocorreram semanalmente ao longo do  
10 desenvolvimento das plantas, iniciando aos 25 Dias Após a Emergência (DAE) das plantas e  
11 finalizando antes da colheita do algodão. As pragas e seus inimigos naturais foram  
12 amostrados aleatoriamente em dez plantas de algodão por parcela, nas duas fileiras centrais,  
13 caminhando ao longo das parcelas e realizando anotação das observações de  
14 presença/ausência em ficha de amostragem.

15

#### 16 Análise estatística

17 O delineamento estatístico adotado foi em blocos casualizados (DBC) em esquema  
18 fatorial, com cinco tratamentos e quatro repetições. As parcelas mediam 36 m<sup>2</sup>. Na coleta dos  
19 dados consideraram-se as duas linhas centrais, de quatro existentes (10 metros de  
20 comprimento cada). O espaçamento entre fileiras foi de 0,90m com oito plantas por metro  
21 linear. Os dados foram transformados em raiz  $\sqrt{x+1}$  e submetidos as análise de variância e as  
22 médias comparadas pelos teste Scott Knott ( $p < 0,05$ ), utilizando o software SISVAR  
23 (FERREIRA, 2019). Complementarmente foi feito a análise de correlação de Pearson para a  
24 ocorrência de pulgão *Aphis gossypii*, parasitoide *Lysiphlebus* sp. e a joaninha *Hippodamia*  
25 *convergens*.

## 1 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2

3 Os insetos observados foram o pulgão verde *Aphis gossypi*, parasitoide *Lysiphlebus* sp.  
4 e a joaninha *Hippodamia convergens*, contudo o parasitoide apresentou baixa densidade  
5 populacional e ocorreu em um curto período de tempo, inviabilizando sua análise estatística.

6 Os pulgões e os predadores colonizam a cultura do algodão após a emergência (XIA et  
7 al., 2018). Conforme Scarpellini; Andrade (2010) a preservação dos inimigos naturais  
8 contribui na sustentabilidade de sistemas agrícolas. Dentre a grande diversidade de inimigos  
9 naturais do *Aphis gossypii* destaca-se entre os parasitoides a espécie *Lysiphlebus testaceipes*  
10 (Cresson) (Braconidae), que parasita as fêmeas ápteras do pulgão e, dessa forma, é  
11 responsável por altos níveis de mortalidade nas populações da praga; e entre as joaninhas a  
12 espécie *Hippodamia convergens*, capaz de se alimentar de ninfas e adultos do pulgão  
13 (GUIMARÃES et al., 2013).

14 Não foram observadas diferenças significativas na densidade de pulgões para os  
15 tratamentos (Gl 4; F=0,251; p=0,908). O pulgão *Aphis gossypii* foi o primeiro inseto  
16 identificado com diferença significativa apenas ao longo das amostragens (Tabela 2). Sua  
17 ocorrência no início do plantio é comum, pois as plantas tem maior concentração de  
18 aminoácidos livres na seiva, o que acaba por atrair as pragas sugadoras. Conforme São-João;  
19 Raga (2016) os insetos tendem a escolher as plantas em virtude do seu conteúdo nutricional.

20 Tabela 2 – Ocorrência (%) de *Aphis gossypii* em algodoeiro em Dias Após a Emergência (DAE) das plantas.  
21 Barbalha-CE, 2019.

DAE	Médias
45	0,00 <sup>a</sup>
39	4,00 <sup>a</sup>
31	48,0 <sup>b</sup>
25	81,0 <sup>c</sup>

CV (%) = 36,99

22 \*Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott-Knott a 5%  
23 de probabilidade.

24 Para efeito de análise os dados foram transformados em  $\sqrt{Y+1}$ . ns: não significativo.

25

Fonte: Os autores (2020).

1 A densidade populacional do pulgão aumentou ao longo do tempo e foi decrescendo  
2 à medida que a população de inimigos naturais foi crescendo na área (com pico aos 25 DAE e  
3 declínio aos 45 DAE), esse comportamento é semelhante a um dos tipos típicos de dinâmica  
4 transitória apresentado por Xia et al. (2018) definido como uma erupção rápida de pulgões em  
5 densidades muito altas (centenas ou mais por planta), seguida por um colapso devido ao  
6 acúmulo de inimigos naturais e uma deterioração da qualidade das plantas hospedeiras.

7 Pelo que foi observado o fator tempo foi determinante para a flutuação populacional  
8 dos insetos, assim como, a variação da população dos insetos ocorreu em função das  
9 disponibilidades de alimento e/ou hospedeiro. Para Sujii et al. (2020) o aumento da densidade  
10 de indivíduos de uma população pode torná-la mais aparente e susceptível ao ataque de seus  
11 inimigos naturais, como predadores, parasitoides e entomopatógenos, fomentando a  
12 perspectiva de que interações interespecíficas também possam influenciar a dinâmica  
13 populacional de artrópodes-praga.

14 Gabriel (2010) cita que a maior expressão dos agentes de controle biológico natural  
15 depende da densidade da presa. Esse fato relaciona-se a densidade dependente, é necessária  
16 certa quantidade de presa para que o predador consiga localizar e exercer o controle. Aguiar-  
17 Menezes; Menezes (2005) ratificam que os mecanismos da densidade-dependente recíproca  
18 atuam nas relações que ocorrem entre os seres vivos, de tal forma que sempre o número de  
19 indivíduos de uma população que ocupa um determinado hábitat é regulado por outra  
20 população e vice-versa, contribuindo no equilíbrio natural das populações dos insetos  
21 herbívoros que pertencem a um determinado ecossistema.

22 Uma semana após a detecção da presença do pulgão foi observado o parasitoide  
23 *Lysiphlebus* sp. Para a correlação de Pearson entre pulgão e parasitoide observou-se que as  
24 populações crescem juntas ( $P=0,264$ ;  $p=0,01$ ). Para a relação pulgão e joaninha observou-se  
25 que à medida que a população de joaninha se eleva a de pulgão reduz ( $P= -0,4$ ;  $p=0,00$ ).

1 Almeida et al. (2019) apresentam o *Lysiphlebus* sp. como um endoparasitoide  
2 responsável por taxas de parasitismo acima de 50% em *A. gossypii*. Após o efeito de  
3 parasitismo observou-se que a população de *Lysiphlebus* sp. decresce rapidamente, resultando  
4 em valores insignificantes. Por ser um parasitoide, na ausência do hospedeiro ele tende a  
5 migrar para outros locais em busca de novos hospedeiros. De acordo com Laumann; Sampaio  
6 (2020) há uma etapa crucial durante o ciclo vital dos parasitoides, que é o momento em que as  
7 fêmeas buscam um novo hospedeiro para parasitar, sendo de fundamental importância do  
8 ponto de vista do controle biológico, já que o parasitismo bem-sucedido culmina com a morte  
9 do hospedeiro e tem impacto nos níveis populacionais do inseto-alvo do controle.

10 Outro fator que pode ter contribuído para menor ocorrência de *Lysiphlebus* sp. foi a  
11 competição interespecífica com joaninhas. Conforme Nascimento (2011) a interferência de  
12 predadores na eficiência dos parasitoides no campo está relacionada com a não distinção dos  
13 primeiros grupos de insetos por outros que já estejam parasitados, podendo ocorrer da  
14 joaninha se alimentar de pulgões não parasitados e daqueles com larvas do parasitoide.

15 Para a ocorrência de joaninha *Hippodamia convergens* também não houve diferenças  
16 significativas entre os tratamentos e o controle (Gl 4; F=0,300; p=0,877). Sua presença se  
17 iniciou uma semana após o surgimento do pulgão. A joaninha é muito comum em cultivos de  
18 algodão, tanto a larva como o adulto se alimentam de pulgões (LEITE; CERQUEIRA, 2017).

19 Isso é uma vantagem no controle biológico natural porque se houver nova ressurgência  
20 de pragas, sua permanência nas plantas poderá prevenir surtos populacionais dessas pragas.  
21 Os predadores contribuem no controle biológico natural sobre os insetos com potencial de se  
22 tornarem pragas, impedindo que esses insetos aumentem suas populações  
23 (HARTERREITEN-SOUZA et al., 2011).

24 A presença de joaninha na lavoura ocorreu dos 31 aos 75 DAE, ou seja, sua presença  
25 foi identificada na lavoura até próximo à colheita da cultura. Com base em Lacerda (2020), a

1 capacidade da joaninha se manter na lavoura durante todo o cultivo é explicada pela  
 2 característica de eficiente predadora. Guerreiro et al. (2002), observando predadores da  
 3 família Coccinellidae também no algodoeiro, identificaram a presença de joaninhas até a  
 4 última amostragem, justificando por ser generalista que se mantiveram na lavoura devido à  
 5 presença de outras fontes alimentares, como outras pragas e até mesmo pólen.

6 Diferenças significativas foram observadas ao longo do tempo para a ocorrência de  
 7 joaninha (GI 3;  $F=18,077$ ;  $p=0,000$ ). Seu pico populacional foi aos 39 DAE (Tabela 3), nesse  
 8 período o pulgão que já vinha apresentando queda, chegou a cessar sua população. Conforme  
 9 Fontes et al. (2020), inimigos naturais atuam sobre as populações de suas presas ou  
 10 hospedeiros, prestando o serviço ecossistêmico de controle biológico.

11 Tabela 3 – Ocorrência (%) de *Hippodamia convergens* em algodoeiro em Dias Após a Emergência (DAE) das  
 12 plantas. Barbalha-CE, 2019.

DAE	Médias
25	0,00 <sup>a</sup>
31	24,0 <sup>b</sup>
45	24,0 <sup>b</sup>
39	44,0 <sup>c</sup>

CV (%) = 55,56

13 \*Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott-Knott a 5%  
 14 de probabilidade.

15 Para efeito de análise os dados foram transformados em  $\sqrt{Y+1}$ . ns: não significativo.

16 Fonte: Os autores (2020).

17 Moraes et al. (2014) estudando a flutuação populacional do pulgão com inimigos  
 18 naturais das famílias Syrphidae, Coccinellidae e Araneae, em condições de campo e também  
 19 sem aplicação de inseticidas, verificaram que a flutuação populacional dos predadores seguiu  
 20 a flutuação de *A. gossypii* na fase inicial do algodoeiro e que os inimigos naturais controlaram  
 21 a praga.

22 Embora as fontes de nutrição não tenham apresentado diferenças significativas para a  
 23 redução de insetos-praga, no presente experimento, a incidência do pulgão foi controlada ao  
 24 longo do tempo, não causando danos à cultura.

1 Scarpellini; Andrade (2010) destacam a *Hippodamia convergens* como um importante  
2 inimigo natural, com grande voracidade no consumo de pulgões e que contribui  
3 eficientemente no controle biológico do pulgão do algodoeiro *Aphis gossypii*.

4 A elevada capacidade predatória da joaninha sobre a população de pulgões parece ter  
5 sido determinante para manutenção da baixa densidade populacional do pulgão. *Lysiphlebus*  
6 sp. não foi tão determinante para impactar a população do pulgão nesse caso,  
7 provavelmente porque necessitaria de uma densidade maior da praga, a qual foi suprimida  
8 pela voracidade da joaninha, que acabou indisponibilizando pulgões para o parasitoide.

9

## 10 **CONCLUSÕES**

11 As fontes de nutrição *Beauveria bassiana*, biocarvão e a mistura *Beauveria bassiana*  
12 com o biocarvão não influenciaram na ocorrência do pulgão *A. gossypii* e seus inimigos  
13 naturais nas condições em que a pesquisa foi realizada.

14 A densidade populacional dos inimigos naturais *Lysiphlebus* sp., e *Hippodamia*  
15 *convergens* oscilou em função da população de *A. gossypii* no algodoeiro.

16 A conservação dos inimigos naturais presentes na lavoura contribui no controle  
17 biológico natural de pragas sem causar danos ao meio ambiente.

18

## 19 **REFERÊNCIAS**

20

21 AGUIAR-MENEZES, E. de L.; MENEZES, E. B. Bases ecológicas das interações entre  
22 insetos e plantas no manejo agroecológico de pragas agrícolas. In: AQUINO, A. M. de;  
23 ASSIS, R. L. de. **Agroecologia**: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica  
24 sustentável. 2. ed. Brasília-DF: Embrapa Informação Tecnológica. 2005. p. 323-339.

25

- 1 AGUILAR, J. V. **Efeito nutricional e tóxico do níquel em algodoeiro herbáceo**. 2021. 86 f.  
2 Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2021.  
3
- 4 ALMEIDA, R. P. et al. **Manejo agroecológico de pragas do Algodoeiro**. Circular técnica  
5 141. 48 p. Embrapa, Campina Grande, PB, 2019.  
6
- 7 ALVES, M. G. dos S. **Testando a Teoria da Trofobiose**. 2018. 37 p. Trabalho de Conclusão  
8 de Curso (Ecologia) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2018.  
9
- 10 ARAÚJO, G. P. et al. Produtos naturais no manejo agroecológico de pragas e seus inimigos  
11 naturais do algodoeiro consorciado com milho, feijão-caupi e gergelim. **Agro@mbiente On-**  
12 **line**, v. 9, n. 2, p. 194-201, 2015. Disponível em:  
13 <<https://revista.ufr.br/agroambiente/article/view/2046>>. Acesso: Jul. 25, 2019.  
14
- 15 AVILA, S. R. de. et al. **A influência da adubação orgânica no equilíbrio trofobiótico solo-**  
16 **couve-pulgão**. ANAIS CIC EMBRAPRA, 6 p. 2016.  
17
- 18 CHABOUSSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos - a teoria da trofobiose**. Porto  
19 Alegre: LPM, 1987, 256 p.  
20
- 21 FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer analysis system to fixed effects split plot type  
22 designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019. Disponível em:  
23 <<http://www.biometria.ufla.br/index.php/BBJ/article/view/450>>. Acesso: Fev. 10, 2020.  
24

- 1 FONTES, E. M. G. et al. Estratégias de uso e histórico. In: FONTES, E. M. G.;
- 2 VALADARES-INGLIS, M. C. **Controle biológico de pragas na agricultura**. Brasília:
- 3 Editoras Técnicas, 2020. p. 510.
- 4
- 5 GABRIEL, D. **Pulgão do algodoeiro**: um sério problema. 2010. Artigo em hipertexto.
- 6 Disponível em: <[http://www.infobibos.com/Artigos/2010\\_1/pulgao/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2010_1/pulgao/index.htm)>. Acesso: Dez.
- 7 10, 2020.
- 8
- 9 GUERREIRO, J. C. et al. Coccinelídeos predadores que ocorrem no estágio inicial da cultura
- 10 do algodoeiro em Jaboticabal, SP, Brasil. **Revista de Agricultura**, v. 77, n. 1, p. 161-168.
- 11 Nota Científica. Piracicaba, 2002.
- 12
- 13 GUIMARÃES, J. A. et al. **Biologia e manejo do pulgão *Aphis gossypii* em meloeiro**.
- 14 Comunicado técnico 93. 7 p. Embrapa Hortaliças, Brasília, DF, 2013.
- 15
- 16 HARTERREITEN-SOUZA, E. S. et al. **Predadores e parasitoides**: aliados do produtor rural
- 17 no processo de transição agroecológica. Brasília, DF: Emater, Embrapa Recursos Genéticos e
- 18 Biotecnologia, CNPq, 2011. 92 p.
- 19
- 20 IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo**
- 21 **Agropecuário 2017**: Resultados definitivos. 2017. Disponível em: <https://bit.ly/2wzsoU0>.
- 22 Acesso: Jun. 26, 2021.
- 23

- 1 LAUMANN, R. A.; SAMPAIO, M. V. Controle de artrópodes-praga com parasitoides. In:  
2 FONTES, E. M. G.; VALADARES-INGLIS, M. C. **Controle Biológico de Pragas da**  
3 **Agricultura**. Brasília-DF: Embrapa. 2020. 510 p.  
4
- 5 LACERDA, L. B. de. **Técnica para liberação do predador *Euborellia annulipes***  
6 **(DERMAPTERA: ANISOLABIDIDAE)**. 2020. 42 f. Monografia (Especialização) - Curso  
7 de Agronomia, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2020.  
8
- 9 LEITE, G. L. D.; CERQUEIRA, V. M. **Pragas do algodoeiro**. Minas Gerais: UFMG, 2017.  
10 87 p.  
11
- 12 LOPES, C. V. A.; ALBUQUERQUE, G. S. C. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana  
13 e ambiental: uma revisão sistemática. **Saúde em Debate**, v. 42, n. 117, p. 518-534, 2018.  
14 Disponível em:  
15 <<https://www.scielo.br/j/sdeb/a/bGBYRZvVVKMrV4yzqfwKtP/?lang=pt&format=pdf>>.  
16 Acesso em: Ago. 10, 2020.  
17
- 18 MORAES, J. G. L. et al. Flutuação populacional do pulgão e seus inimigos naturais na cultura  
19 do algodoeiro. **Ciências Agroambientais**, v.12, n.1, p.1-5, 2014. Disponível em:  
20 <[http://www.unemat.br/revistas/rcaa/docs/vol12-1/1\\_artigo\\_rcaa\\_v12n1a2014.pdf](http://www.unemat.br/revistas/rcaa/docs/vol12-1/1_artigo_rcaa_v12n1a2014.pdf)>. Acesso:  
21 Set. 28, 2020.  
22
- 23 NASCIMENTO, J. B. Fatores que afetam a liberação e a eficiência de parasitoides no  
24 controle biológico de insetos-praga. **Enciclopédia biosfera**, v.7, n.13, p. 550-570. 2011.  
25 Disponível em:

1 <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2011b/ciencias%20agrarias/fatores%20que%20afetam.pdf>>. Acesso: Set. 28, 2020.

3

4 OLIVEIRA, A. da S. **Fonte e doses de fósforo sobre a incidência dos principais insetos**  
5 **pragas na cultura da soja**. 2018. 52 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Fitotecnia,  
6 Universidade Federal do Piauí, Bom Jesus, 2018.

7

8 ROVIEZZO, L.; LEÓN, M. O. de. **Fios da Moda: perspectiva sistêmica para circularidade**.  
9 São: Modifica, 2020. 81 p.

10

11 SÃO-JOÃO, R. E.; RAGA, A. **Mecanismo de defesa das plantas contra o ataque de**  
12 **insetos sugadores**. Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios. Instituto Biológico.  
13 Documento Técnico 23. p. 1-13, São Paulo, 2016.

14

15 SCARPELLINI, J.R.; ANDRADE, D.J. de. Avaliação do efeito de inseticidas sobre a  
16 joaninha *Hippodamia convergens* GUÉRIN-MENEVILLE (COLEOPTERA: Coccinellidae)  
17 em algodoeiro. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 77, n. 2, p. 323-330, 2010. Disponível  
18 em: <<http://dx.doi.org/10.1590/1808-1657v77p3232010>>. Acesso: Out. 21, 2021.

19

20 SUJII, E. R. et al. Relações ecológicas no controle biológico. In: FONTES, E. M. G.;  
21 VALADARES-INGLIS, M. C. **Controle Biológico de Pragas da Agricultura**. Brasília-DF:  
22 Embrapa. 2020. 510 p.

23

24 VILANOVA, C.; SILVA JÚNIOR, C. D. da. A Teoria da Trofobiose sob a abordagem  
25 sistêmica da agricultura: eficácia de práticas em agricultura orgânica. **Revista Brasileira de**

1 **Agroecologia**, v. 4, n.1, p.39-50, 2009. Disponível em: <<http://revistas.aba->  
2 [agroecologia.org.br/index.php/rbagroecologia/article/view/7550/5449](http://agroecologia.org.br/index.php/rbagroecologia/article/view/7550/5449)>. Acesso: Ago. 10,  
3 2020.

4  
5 XIA, J.Y. et al. Development of a stage-structured process-based predator–prey model to  
6 analyse biological control of cotton aphid, *Aphis gossypii*, by the seven-spot ladybeetle,  
7 *Coccinella septempunctata*, in cotton. **Ecological Complexity**, v. 33, p. 11-30, 2018.  
8 Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1476945X17300788>>.  
9 Acesso: Out. 20, 2020.

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

## 1 **CAPÍTULO II**

2

### 3 **EFEITO DE BIOFERTILIZANTES APLICADOS NO ALGODOEIRO SOBRE A** 4 **DINÂMICA POPULACIONAL DE PRAGAS E SEUS INIMIGOS NATURAIS** <sup>2</sup>

5

#### 6 **RESUMO**

7 O bicudo-do-algodoeiro, *Anthonomus grandis*, é a praga que apresenta maior preocupação no  
8 manejo integrado de pragas devido a sua capacidade de causar grandes prejuízos à  
9 produtividade e qualidade do algodão. Seu controle é frequentemente feito com o uso de  
10 agrotóxicos, que podem acarretar impactos ao meio ambiente e malefícios à saúde humana.  
11 Estudos de bases agroecológicas são imprescindíveis para desenvolver meios mais  
12 sustentáveis na agricultura. O presente trabalho buscou avaliar a possibilidade do uso de  
13 bactérias, fungos e biocarvão serem mitigadores da incidência de pragas, especialmente do  
14 bicudo. Os experimentos foram conduzidos em sítio agroecológico da Embrapa Algodão em  
15 Barbalha-CE, de fevereiro a agosto de 2020, utilizando a cultivar BRS Araçá. O modelo  
16 estatístico adotado foi o Delineamento em Blocos Casualizados (DBC) e os tratamentos  
17 aplicados foram *Azospirillum brasilense*, *Beauveria bassiana* (Oligos biotec), *Beauveria*  
18 *bassiana* (Simbiose), Biocarvão e o controle sem aplicação. Monitorou-se semanalmente a  
19 incidência dos insetos nas plantas e avaliou o índice de emergência de bicudos em campo,  
20 através da instalação de armadilhadas, e em laboratório, a partir da incubação de botões  
21 florais em estufas. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias  
22 comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5%. Plantas de algodoeiro tratadas com *A. brasilense*  
23 e *B. bassiana* (Oligos biotec) são menos infestadas pelo *A. grandis*. O biocarvão e a cepa *B.*

---

<sup>2</sup> Este artigo será submetido à Revista Ciência Rural.

1 *bassiana* (Simbiose) não interferem na infestação do bicudo no presente estudo e *A.*  
2 *brasileNSE*, *B. bassiana* e o biocarvão não interferem na ocorrência de *A. gossypii* nos moldes  
3 dessa pesquisa. *A. gossypii* diminui à medida que a densidade populacional de seus inimigos  
4 naturais aumentam, havendo correlação inversamente proporcional entre *A. gossypii* e *H.*  
5 *convergens*, confirmando que a *H. convergens* interfere na população de *A. gossypii*.

6 **Palavras-chave:** agricultura biológica; bactérias diazotróficas; bicudo-do-algodoeiro.

7

## 8 **ABSTRACT**

9 Due to its capacity to cause great losses to cotton productivity and quality, the cotton boll  
10 weevil, *Anthonomus grandis*, is the pest of greatest concern in integrated pest management.  
11 Its control is often done with the use of agrochemicals, which can cause impacts to the  
12 environment and harm to human health. Agroecological studies are vital for the development  
13 of more sustainable management methods in agriculture. The present work sought to assess  
14 the possibility of using bacteria, fungi, and biochar to mitigate the occurrence of pests,  
15 especially the cotton boll weevil. The experiments were performed in the agroecological farm  
16 of Embrapa Algodão in Barbalha-CE, Brazil, from February to August 2020, using the  
17 cultivar BRS Araçá. The statistical model adopted was the Randomized Block Design (CBD)  
18 and the treatments applied were *Azospirillum brasilense*, *Beauveria bassiana* (Oligos biotec),  
19 *Beauveria bassiana* (Symbiosis), Biochar and control, with no applications. The incidence of  
20 insects on the plants was monitored weekly and the emergence rate of the cotton boll weevil  
21 was assessed in the field, by installing traps, and in the laboratory, by incubating flower buds  
22 in greenhouses. The data obtained were submitted to variance analysis and the means were  
23 compared using the Scott-Knott test at 5%. Cotton plants treated with *A. brasilense* and *B.*  
24 *bassiana* (Oligos biotec) have been found to be less infested by *A. grandis*. The biochar and  
25 the *B. bassiana* strain (Symbiosis) do not affect weevil infestation in this study, and *A.*

1 *brasiliense*, *B. bassiana* and biochar do not affect the occurrence of *A. gossypii* in this study.  
2 *A. gossypii* decreases as the population density of its natural enemies increases, with an  
3 inversely proportional correlation between *A. gossypii* and *H. convergens*, confirming that *H.*  
4 *convergens* interferes in the population of *A. gossypii*.

5 **Key words:** organic farming; diazotrophic bacteria; cotton boll weevil.

6

## 7 INTRODUÇÃO

8 O bicudo-do-algodoeiro *Anthonomus grandis* Boh. (Coleoptera: Curculionidae) é  
9 considerado a praga-chave dessa cultura, tendo presença constante nas lavouras de algodão de  
10 todo Brasil e por isso, sendo responsável por mais da metade das pulverizações com  
11 inseticidas de amplo espectro (ROLIM; NETTO, 2020).

12 Conforme Azambuja; Degrande (2014), estratégias vêm sendo desenvolvidas para  
13 reduzir a população do bicudo a índices inferiores ao nível de causar danos econômicos,  
14 através de métodos alternativos mais sustentáveis, havendo uma demanda por alternativas  
15 mais eficazes e econômicas e menos danosas ao meio ambiente (CAVALCANTI, 2012).

16 Para Almeida et al. (2019), a agroecologia é considerada como a construção do  
17 conhecimento a partir da interação entre biodiversidade ecológica, sociocultural e o  
18 conhecimento dos agricultores e técnicos envolvidos no seu processo de desenvolvimento.

19 A agricultura biológica pode sustentar o modelo químico-mecânico, substituindo os  
20 *inputs* de síntese por *inputs* de origem biológica, apresentando-se como um modelo  
21 tecnológico relevante na vertente social e ambiental (REIS, 2020). Produtos biológicos, por  
22 atuarem em uma relação ambiental complexa no sistema praga/cultura, apresentam menor  
23 possibilidade de resistência (JORGE; SOUSA, 2017).

24 Lima et al. (2018) avaliaram o efeito da *Azospirillum brasilense* (Rhodospirillales:  
25 Azospirillaceae) em sementes de algodão e verificaram que o uso da bactéria favoreceu as

1 características fisiológicas da semente de algodão. Já Mumbach et al. (2017) avaliando a  
2 resposta agrônômica de *A. brasilense* com nitrogênio nas culturas do trigo e do milho  
3 verificaram que a inoculação favoreceu os cultivos quando associada à adubação nitrogenada.

4 Lopez; Sword (2015) avaliando o efeito entomopatogênico de *Beauveria bassiana* no  
5 crescimento do algodoeiro (*Gossypium hirsutum*) e sobre a lagarta *Helicoverpa zea*  
6 identificaram que o tratamento com o fungo endofítico *B. bassiana* aumentou o crescimento  
7 do algodoeiro e reduziu a sobrevivência das lagartas de *H. zea*. São considerados endofíticos  
8 microrganismo que podem habitar, pelo menos durante um período do seu ciclo vital, o  
9 interior de um vegetal, desempenhando papel importante na proteção do hospedeiro contra o  
10 ataque de predadores e patógenos (AZEVEDO et al., 2000).

11 Tian et al. (2018) investigando os efeitos do biocarvão no rendimento do algodoeiro, na  
12 qualidade da fibra e na fertilidade do solo superficial, perceberam que aplicações de biocarvão  
13 em solo franco-limoso melhoraram seu crescimento, a fertilidade do solo e a retenção de  
14 nitrogênio, mas os efeitos variaram com a taxa de aplicação e o tempo de aplicação.

15 O objetivo desta pesquisa foi verificar o uso de *A. brasilense*, *B. bassiana* e o biocarvão  
16 como meios biológicos mitigadores da incidência de pragas do algodoeiro em sistema  
17 agroecológico e sua dinâmica populacional em condições semiáridas do Cariri cearense.

18

## 19 **MATERIAIS E MÉTODOS**

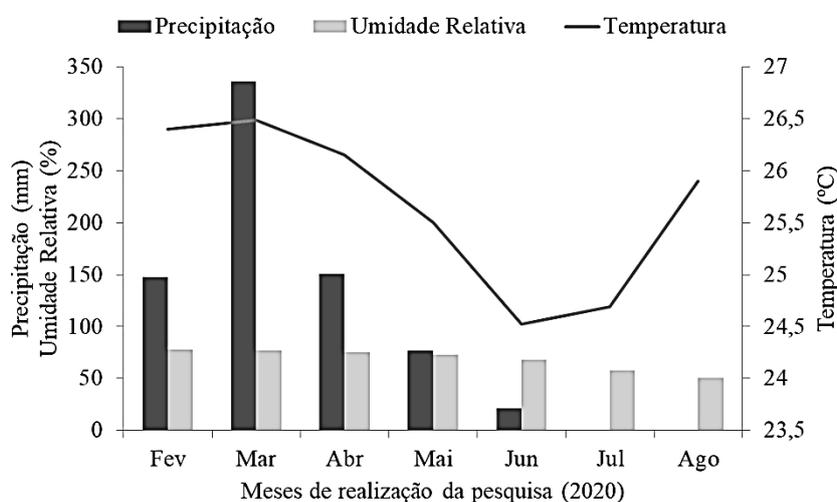
20

21 O experimento foi realizado no sítio agroecológico da Embrapa Algodão,  
22 apresentando solo do tipo franco arenoso, localizado em Barbalha-CE, nas coordenadas  
23 geográficas (Latitude 07°18'40" S, Longitude 39°18'15" W e altitude de 415,7 m ao nível do  
24 mar). Os ensaios laboratoriais foram realizados no Laboratório de Entomologia Agrícola da

1 Universidade Federal do Cariri – UFCA, no Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade  
2 – CCAB, em Crato-CE.

3 As características climáticas de Barbalha no período de realização da pesquisa  
4 (fevereiro a agosto) foram em média 25,8 °C de temperatura, 64,03 % de umidade relativa do  
5 ar e 84,14 mm de precipitação (FUNCEME, 2021). Os meses com maior precipitação foram  
6 fevereiro, março e abril (Figura 4).

7 Figura 4 – Dados de temperatura média, umidade relativa do ar média e precipitação do município de Barbalha,  
8 de fevereiro a agosto de 2020.



9

10

Fonte: Adaptado de FUNCEME (2021).

11 A cultivar utilizada foi a BRS Araçá, algodoeiro herbáceo *Gossypium hirsutum* L.  
12 raça *latifolium* Hutch, plantada no espaçamento de 0,9 m entre fileiras por 0,3 m entre plantas,  
13 contendo duas plantas por cova e totalizando seis plantas por metro linear. A lavoura foi  
14 mantida sob condições de sequeiro, com práticas culturais rotineiras de capina e adubação,  
15 além da aplicação dos tratamentos do experimento. O período da pesquisa ocorreu de  
16 fevereiro a agosto de 2020, considerando-se da data do plantio até a colheita.

17 Os tratamentos consistiram da aplicação dos fungos *Beauveria bassiana* (Oligos  
18 biotec-B1) e *Beauveria bassiana* (Simbiose-B2), da bactéria *Azospirillum brasilense* e do

1 Biocarvão, além do controle (sem aplicação). O delineamento experimental adotado foi de  
2 blocos ao acaso (DBC), com cinco tratamentos e quatro repetições.

3 As parcelas mediam 43,20m<sup>2</sup> cada, correspondente a 3,6 m de largura por 12 metros  
4 de comprimento e as amostragens ocorreram apenas nas linhas centrais, desconsiderando as  
5 plantas das bordaduras. A bactéria e os fungos foram diluídos em água para aplicação da  
6 calda e o biocarvão foi aplicação diretamente na linha de plantio. As doses utilizadas foram  
7 100 mL/ha (bactéria), 1,6 kg/ha (fungos) e 80 kg/ha (biocarvão), com aplicações aos 31 e 62  
8 dias após a emergência das plantas (DAE).

9

#### 10 Ocorrência dos insetos na lavoura

11 Conforme Almeida et al. (2019), para amostragem do pulgão, observou-se as folhas  
12 novas da região apical da planta e para o bicudo, o botão floral de 3 a 6 mm de diâmetro, na  
13 metade superior da planta. As pragas e seus inimigos naturais foram amostrados  
14 aleatoriamente, em caminhamento linear e em cada parcela amostravam-se seis pontos  
15 contabilizando a presença dos insetos/injúrias. As amostragens ocorreram semanalmente dos  
16 24 dias após a emergência das plântulas até a finalização do ciclo da cultura, tendo por base a  
17 metodologia utilizada por Araújo (2015).

18

#### 19 Emergência dos bicudos nas armadilhas

20 Para verificar a porcentagem de emergência dos bicudos em campo, utilizou-se de  
21 dois tipos de armadilhas entomológicas: saco de tecido *voil* com dimensão de 8 cm de  
22 comprimento por 3 cm de largura e gaiolas medindo 20 cm de diâmetro por 30 cm de altura.  
23 Em cada parcela foram ensacados cinco botões com orifício de oviposição e, coletados e  
24 engaiolados mais cinco, totalizando 95 botões ensacados e 95 botões engaiolados.

1            Para avaliar o efeito dos tratamentos sobre a fase imatura do bicudo foram coletados,  
2 de cada tratamento, 60 botões florais com orifícios de oviposição, esses foram acondicionados  
3 em estufas incubadoras do tipo B.O.D. (Demanda Bioquímica de Oxigênio), sendo 30 botões  
4 à temperatura de  $25 \pm 2^\circ\text{C}$  e 30 botões à  $30 \pm 2^\circ\text{C}$ , configuradas com fotofase de 12h e  $70 \pm$   
5 10% de umidade relativa do ar aferida por meio de um termo higrômetro. Semanalmente foi  
6 observada a emergência de bicudos nas duas condições.

7

## 8 Análise Estatística

9            Os dados de porcentagem de ocorrência de bicudo foram convertidos em severidade  
10 devido ao fato de que cada botão atacado era considerado estrutura perdida, com isso à  
11 medida que havia novas estruturas com sintomas de infestação somava-se ao dado anterior,  
12 obtendo-se um efeito cumulativo que variou de zero (menor) a seis (maior severidade).

13            Os dados de severidade acumulada foram transformados em raiz de  $\sqrt{x+1}$  e  
14 submetidos à análise de variância. O monitoramento dos demais insetos, assim como, os  
15 dados de emergência dos bicudos também foram submetidos à análise de variância e  
16 observando diferenças significativas, compararam-se as médias pelo teste de Scott-Knott a  
17 5% de probabilidade, através do programa SISVAR (FERREIRA, 2019). Para a relação das  
18 populações de joaninhas e pulgões foi realizada uma análise de correlação de Pearson (r).

19

## 20 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

21

### 22 Ocorrência dos insetos na lavoura

23            As espécies predominantes encontradas durante o experimento foram o pulgão verde  
24 *Aphis gossypii*, o parasitoide *Lysiphlebus* sp., a Joaninha *Hippodamia convergens* e o bicudo  
25 *Anthonomus grandis*.

1 A ocorrência de *A. gossypii* não foi afetada pelos tratamentos aplicados (Gl 4; F =  
2 0,95; p = 0,44). Seu pico populacional foi aos 31 DAE, em seguida, observou-se que, à  
3 medida que havia grande disponibilidade de pulgão, o parasitoide e a joaninha foram  
4 aparecendo e assim o nível de pulgão foi diminuindo, havendo depois um predomínio da  
5 joaninha no controle da praga. Os predadores de uma maneira geral requerem um grande  
6 número de presas para completar o seu ciclo de vida, normalmente alimentam-se de vários  
7 outros insetos (generalista), consumindo preferencialmente aqueles em maior abundância no  
8 ambiente e possuem ampla capacidade de adaptarem às condições adversas, enquanto que os  
9 parasitoides por viverem no interior do corpo do hospedeiro possuem certo grau de  
10 especificidade, tendo dificuldades em condições adversas (PARRA et al., 2002).

11 O pulgão começou a atacar as plantas de algodão em seus estágios iniciais de  
12 desenvolvimento, de acordo com Veiga et al. (2014), quando o pulgão ataca logo em estágios  
13 iniciais as plantas podem sofrer danos direto por sucção da seiva, resultando no  
14 encarquilhamento das folhas e deformação de novos brotos, afetando seu desenvolvimento.  
15 Devido ao surgimento dos inimigos naturais, principalmente joaninha, o pulgão não foi capaz  
16 de causar danos significativos. A joaninha após surgir na lavoura manteve-se mesmo após  
17 declínio da população de pulgão. Por seu hábito alimentar generalista, a joaninha se mantém  
18 no ambiente independentemente da presença do pulgão (LACERDA, 2020).

19 A infestação de *A. gossypii* variou significativamente ao longo das amostragens (Gl  
20 4; F = 29,300; p = 0,000), demonstrando uma influência temporal durante o desenvolvimento  
21 da cultura (Tabela 4), cuja pode ter sido ocasionada pela presença de inimigos naturais, que  
22 apareceram à medida que a densidade do pulgão aumentou, controlando sua população e  
23 impedindo que afetasse o desenvolvimento das plantas.

24 Oliveira et al. (2008) ressalta a importância de se utilizar todos os métodos  
25 disponíveis para o controle das pragas para o uso racional de agroecossistemas cotonícolas,

1 dando preferência a aplicação do controle biológico conservacionista ou natural, que consiste  
 2 na conservação das populações de inimigos naturais já existentes nos agroecossistemas, o  
 3 qual pode ser associado com a resistência de plantas a insetos. Como não foram utilizados  
 4 inseticidas químicos, a joaninha e o parasitoide foram preservados no algodoeiro.

5 Tabela 4 – Ocorrência (%) de *Aphis gossypii* em algodoeiro em Dias Após a Emergência (DAE) das plantas em  
 6 sítio agroecológico na Embrapa Algodão de Barbalha-CE, 2020.

DAE	Médias
62	2,63 <sup>a*</sup>
104	8,77 <sup>a</sup>
132	10,53 <sup>a</sup>
24	43,86 <sup>b</sup>
31	49,12 <sup>b</sup>

C.V. (%) = 50,32

7 \*Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott-Knott a 5%  
 8 de probabilidade. Para efeito de análise os dados foram transformados em  $\sqrt{Y+1}$ .

9 Fonte: Os autores (2021).

10 A espécie *H. convergens* destaca-se no controle biológico do algodoeiro como  
 11 importante inimigo natural, contribuindo eficientemente para o controle do pulgão *A. gossypii*  
 12 (SCARPELLINI; ANDRADE, 2011). Ao analisar as maiores porcentagens de *H. convergens*  
 13 não foi identificada diferença significativa ao longo do tempo estudado (Gl 3; F=1,768;  
 14 p=0,162), nem sobre os diferentes tratamentos (Gl 4; F=3,395; p=0,014).

15 Porém, observando a flutuação populacional, sua ocorrência surgiu após certa  
 16 densidade populacional do pulgão, sobrepondo à população da praga, a qual tendeu ao  
 17 declínio (Tabela 5), ressaltando a relação inversamente proporcional entre a ocorrência de  
 18 pulgão e joaninha (P = -0,11; p = 0,05).

19 Tabela 5 – Ocorrência (%) de *Hippodamia convergens* em algodoeiro em Dias Após a Emergência (DAE) das  
 20 plantas em sítio agroecológico na Embrapa Algodão de Barbalha-CE, 2020.

DAE	Médias
45	2,63 <sup>a*</sup>
69	3,51 <sup>a</sup>
62	7,02 <sup>a</sup>
52	7,90 <sup>a</sup>

C.V. (%) = 75,39

21 \*Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott-Knott a 5%  
 22 de probabilidade. Para efeito de análise os dados foram transformados em  $\sqrt{Y+1}$ .

23 Fonte: Os autores (2021).

1 Moraes et al. (2014) analisando a flutuação populacional do *A. gossypii* e seus  
2 inimigos naturais verificaram que a ocorrência dos predadores foi capaz de reduzir a  
3 população de *A. gossypii*, fato semelhante ao observado nesta pesquisa. De acordo com  
4 Beserra et al. (2006), as joaninhas são eficientes predadores, estando entre os agentes de  
5 controle biológico mais especializados e abundantes do *A. gossypii*. Os autores constataram  
6 que em média *C. sanguinea* consumiu  $643,3 \pm 72,5$  pulgões durante a fase larval ( $9,7 \pm 0,5$   
7 dias) e  $75,4 \pm 28,2$  pulgões/dia durante a fase adulta, enquanto a espécie *H. convergens*  
8 consumiu  $243,1 \pm 149,9$  pulgões em  $10,5 \pm 1,0$  dias de fase larval. Işikber (2005) ratifica *C.*  
9 *sanguinea* como excelente predador, ao comparar respostas funcionais dos predadores  
10 *Scymnus levaillanti* e *Cycloneda sanguinea*, ao pulgão do algodoeiro, sugeriram que *C.*  
11 *sanguinea* pode ser mais eficaz na supressão de populações de pulgões do que *S. levaillanti*.

12 A detecção da presença de bicudo, *A. grandis*, ocorreu a partir dos 52 DAE,  
13 aumentando até os 76 DAE, período de maior produção de botões florais e atingiu as menores  
14 proporções por volta dos 104 DAE, devido à diminuição de botões florais e formação das  
15 maçãs. Oliveira (2021) identificou que o início da infestação de bicudo coincide com o início  
16 da fase de botão floral, com ataque aos botões igual ao ataque às estruturas reprodutivas,  
17 porém a proporção de botões florais atacados são superiores ao das maçãs.

18 A presença de bicudo (inseto adulto) foi percebida aos 62 DAE incrementando até os  
19 118 DAE. Miranda et al. (2013) constatou as primeiras infestações de bicudo entre 65-70  
20 DAE (safra 2006/2007), anteriormente à adoção de medidas de supressão (por exemplo  
21 destruição de restos culturais e adição de armadilhas), posteriormente tais detecções  
22 ocorreram entre 90 e 120 DAE, implicando em menor intensidade de injúrias e, menores  
23 perdas de produtividade. Por sua vez, Arruda (2019) constatou a presença de bicudo aos 10  
24 DAE, em todas as lavouras monitoradas em seus estudos.

1           Oliveira (2021) percebeu que a densidade populacional de adultos de *A. grandis*  
2 aumentou à medida que os estágios fenológicos do algodoeiro foram evoluindo e novas  
3 estruturas reprodutivas foram emitidas. Na época seca a densidade populacional aumentou ao  
4 longo de todas as avaliações e na época chuvosa o aumento da densidade populacional de *A.*  
5 *grandis* ocorreu até o momento final do florescimento. Cardoso (2007) também identificou  
6 maiores proporções da população de *A. grandis* na época da floração até a colheita do  
7 algodão.

8           Conforme Arruda (2019), a dinâmica populacional do bicudo do algodoeiro se dá  
9 normalmente com a colonização das lavouras de algodão, quando a cultura emite seus  
10 primeiros botões florais, contudo adultos do bicudo tem colonizado as lavouras precocemente.

11           Tanto nas análises de oviposição como de inseto adulto houve diferença significativa  
12 entre os tratamentos aplicados (Oviposição: Gl 4;  $F = 2,959$ ;  $p = 0,020$ . Adulto: Gl 4;  $F =$   
13  $4,374$ ;  $p = 0,002$ ). Os menores ataques foram observados nas plantas tratadas com *A.*  
14 *brasilense* e *B. bassiana*-B1 (Tabela 6). *B. bassiana* pode ter transmitido a elas a capacidade  
15 de se tornarem resistentes à praga, por exemplo, em um estudo onde *B. bassiana* foi inoculada  
16 por injeção e aspersão foliar na cultura do milho, o fungo agindo como endofítico impediu o  
17 ataque de *Ostrinia nubilalis* em alguns estágios de seu crescimento (AZEVEDO et al., 2000).

18           Por sua vez, nas plantas tratadas com *A. brasilense*, a ação fixadora de nitrogênio da  
19 bactéria sobre as plantas, tornando-as mais resistente devido à formação de proteínas  
20 (Proteossíntese), fazendo com que o inseto não tenha preferido elas para oviposição por  
21 estarem mais equilibradas nutricionalmente. Plantas equilibradas nutricionalmente produzem  
22 por meio do seu metabolismo e fotossíntese substâncias complexas que são mais difíceis de  
23 serem digeridas e assimiladas, assim, o ataque de herbívoros é mais susceptível às plantas em  
24 desequilíbrio nutricional, pois possuem em sua seiva o alimento que esses organismos  
25 precisam (CHABOUSSOU 1999; ALVES, 2018).

1 Tabela 6 – Oviposição (%) de *Anthonomus grandis* em botões florais de algodoeiro submetido a diferentes  
 2 tratamentos em sítio agroecológico na Embrapa Algodão de Barbalha-CE, 2020.

Tratamentos	Médias
<i>Beauveria bassiana</i> – Oligos Biotec (B1)	28,91 <sup>a*</sup>
<i>Azospirillum brasillense</i>	31,51 <sup>a</sup>
Controle	35,68 <sup>b</sup>
Biocarvão	36,20 <sup>b</sup>
<i>Beauveria bassiana</i> – Simbiose (B2)	39,58 <sup>b</sup>

CV (%) = 36,68

3 \*Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott-Knott a 5%  
 4 de probabilidade. Para efeito de análise os dados foram transformados em  $\sqrt{Y+1}$ .

5 Fonte: Os autores (2021).

6 A resistência de plantas é uma das táticas preconizadas dentro do Manejo Integrado  
 7 de Pragas (MIP), por ser compatível com os demais métodos de manejo (SOUZA et al.,  
 8 2021). Alcantra et al. (2019), por exemplo, analisando a resistência induzida ao algodoeiro  
 9 concluiu que a aplicação de Acibenzolar-S-metil (ASM) pode proporcionar uma proteção  
 10 às plantas, afetando negativamente sobre parâmetros biológicos do *A. gossypii* estudados  
 11 (mortalidade, período ninfal e número total de ninfas).

12 Nas amostragens de *A. grandis* verificou-se que as plantas que receberam *A.*  
 13 *brasillense*, biocarvão e o *B. bassiana* (B1), foram às menos infestadas por bicudos (Tabela 7).  
 14 Uma nutrição equilibrada, fornecendo a cultura somente o necessário e da forma mais natural  
 15 possível, com técnicas como fixação biológica de nitrogênio e adubações orgânicas, podem  
 16 tornar as plantas menos susceptíveis, e impalatáveis aos insetos (SILVA et al. 2015).

17 Bactérias do gênero *Azospirillum* aumentam a produtividade da cultura e agem como  
 18 fixadores biológicos de nitrogênio (SAKORDEE-ADDO et al., 2021), podendo promover o  
 19 crescimento do sistema radicular, aumentar a absorção de água e nutrientes pelas raízes e  
 20 solubilizar fosfato, podem também atuar como agente de controle biológico, melhorar os  
 21 parâmetros fotossintéticos e a eficiência da adubação (QUEIROZ, 2014).

22 Machioro (2019), objetivando avaliar os efeitos da utilização de *A. brasillense* em  
 23 plantas de milho na biologia da lagarta-do-cartucho, não observou efeitos diretos no

1 comportamento de *Spodoptera frugiperda*, reiterando a necessidade de outros estudos para  
 2 avaliar os efeitos do mesmo em relação ao controle de pragas.

3 Tabela 7 – Infestação (%) de *Anthonomus grandis* em algodoeiro submetido a diferentes tratamentos em sítio  
 4 agroecológico na Embrapa Algodão de Barbalha-CE, 2020.

Tratamentos	Médias
<i>Beauveria bassiana</i> – Oligos Biotec (B1)	18,49 <sup>a*</sup>
<i>Azospirillum brasillense</i>	20,05 <sup>a</sup>
Biocarvão	21,35 <sup>a</sup>
<i>Beauveria bassiana</i> – Simbiose (B2)	27,08 <sup>b</sup>
Controle	29,17 <sup>b</sup>

CV (%) = 42,28

5 \*Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott-Knott a 5%  
 6 de probabilidade. Para efeito de análise os dados foram transformados em  $\sqrt{Y+1}$ .

7 Fonte: Os autores (2021).

8 Estudos específicos sobre a interação de *Azospirillum* e algodoeiro em relação ao  
 9 manejo de pragas são mais escassos, Albuquerque et al. (2015) apresentou o primeiro estudo  
 10 com essa interação e concluiu que as plantas tratadas com a bactéria tiveram menor consumo  
 11 foliar pelas lagartas do curuquerê-do-algodoeiro.

12 Aplicações sucessivas de biocarvão podem contribuir positivamente no crescimento do  
 13 algodão, na fertilidade do solo e na retenção de nitrogênio, mas os efeitos variaram com a taxa  
 14 de aplicação de biocarvão e o tempo de aplicação (TIAN et al., 2018).

15 Quanto a *B. bassiana* pode ser considerado um promissor agente de controle biológico  
 16 para o bicudo-do-algodoeiro constatado por estudos de Giometti et al. (2010). Jacinto (2019)  
 17 verificou o potencial de *B. bassiana* e metabólitos na indução de resistência em plantas de  
 18 soja e os resultados indicaram que a *B. bassiana* induziram a resistência em plantas de soja.

19

20 Emergência dos bicudos nas armadilhas

21 Para a emergência dos bicudos monitorados nas armadilhas, em campo não houve  
 22 diferença significativa (Gl 4; F = 1,189; p = 0,358) entre os tratamentos aplicados nas plantas,  
 23 também não houve nos emergidos em laboratório (Gl 4; F = 0,585; p = 0,679). Nas plantas  
 24 tratadas com o biocarvão ocorreu mais emergência nas duas armadilhas instaladas (85% para

1 *voil* e 30% para gaiolas), enquanto que os menores valores das duas armadilhas foram  
2 constatados nos tratamentos: *A. brasilense*, *B. bassiana* e controle. Nos botões incubados em  
3 estufa B.O.D. a 30 °C verificou-se maior emergência de bicudos no tratamento controle  
4 (71%), e em estufa a 25°C mais emergência nas plantas tratadas com *B. bassiana* – B1 (37%).

5 De modo geral o *A. brasilense* apresentou os melhores resultados em todas as análises  
6 realizadas nesse estudo. Outros autores também encontraram resultados satisfatórios com a  
7 utilização de *A. brasilense* para diferentes fins. Lima et al (2018) avaliando o efeito de *A.*  
8 *brasilense* em sementes de algodão, perceberam que o uso favoreceu as características  
9 fisiológicas das sementes. Já Helene (2021) concluiu que a utilização da bactéria associada a  
10 solos esterilizados com ozônio, aumentaram o acúmulo e absorção de macro e  
11 micronutrientes importantes como o potássio, nitrogênio e o cálcio pelas plantas de milho.

12

## 13 **CONCLUSÕES**

14 Plantas de algodoeiro tratadas com *A. brasilense* e *B. bassiana* (B1) são menos  
15 infestadas pelo *A. grandis*, enquanto o biocarvão e a cepa *B. bassiana* (B2) não interferem na  
16 infestação do bicudo nas condições em que essa pesquisa foi conduzida.

17 *A. brasilense*, *B. bassiana* e o biocarvão não interferem na ocorrência de *A.gossypii*  
18 nos moldes desse estudo. *A. gossypii* diminui à medida que a densidade populacional de seus  
19 inimigos naturais aumentam, havendo correlação inversamente proporcional entre *A. gossypii*  
20 e *H. convergens*, confirmando que a *H. convergens* interfe na população de *A.gossypii*.

21

## 22 **REFERÊNCIAS**

23

24 ALBUQUERQUE, F. A. de. et al. *Azospirillum spp.* como potencial indutor de resistência a  
25 *Alabama argillacea* (Hub) em plantas de algodoeiro. In: X Congresso Brasileiro do Algodão,

1 2015, Foz do Iguaçu. **Anais [...]**. Foz do Iguaçu: ABAPA, 2016. p. 382.

2

3 ALCANTRA, E. et al. Resistência induzida ao pulgão-do-algodoeiro em cultivares de  
4 algodão colorido. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n. 2, p. 483-491, 11 maio 2019.  
5 Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.19084/RCA.17183>>. Acesso: Fev. 25, 2022.

6

7 ALMEIDA, R. P. de. et al. **Manejo agroecológico de pragas do algodoeiro**. 141. ed.  
8 Campina Grande: Embrapa, 2019. 50 p.

9

10 ALVES, M. R. dos S. **Testando a teoria da trofobiose**. 2018. 37 f. TCC (Graduação) - Curso  
11 de Ecologia, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2018.

12

13 ARAÚJO, G. P. et al. Produtos naturais no manejo agroecológico de pragas e seus inimigos  
14 naturais do algodoeiro consorciado com milho, feijão-caupi e gergelim. **Agro@mbiente On-**  
15 **line**, v. 9, n. 2, p. 194-201, 2015. Disponível em:  
16 <<https://revista.ufr.br/agroambiente/article/view/2046>>. Acesso: Jul. 25, 2019.

17

18 ARRUDA, L. S. **Colonização e dispersão intra-planta do bicudo-do-algodoeiro em**  
19 **lavouras de algodão**. 2019. 90 f. Tese (Doutorado) - Curso de Entomologia Agrícola,  
20 Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2019.

21

22 AZAMBUJA, R.; DEGRANDE, P. E. Trinta anos do bicudo-do-algodoeiro no  
23 Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 81, n. 4, p. 377-410, 2014. Disponível em:

1 <<https://www.scielo.br/j/aib/a/yDm3yFmdHnBZpx5PSqntbRP/?format=pdf&lang=pt>>.

2 Acesso: Set. 20, 2020.

3

4 AZEVEDO, J. L. et al. Importância dos microrganismos endofíticos no controle de insetos.

5 In: MELO, I. S. de; AZEVEDO, J. L. de. **Controle biológico**. Jaguariúna: Embrapa Meio

6 Ambiente, 2000. Cap. 3. p. 57-93.

7

8 BESERRA, V. A. et al. Capacidade de predação e potencial de joaninhas (Coleóptera:

9 Coccinellidae) para o controle do pulgão *Aphis gossypii* no algodoeiro. In: Congresso

10 Brasileiro De Entomologia, XXI., 2006, Recife. **Anais [...]** . Recife: SEB, 2006. p. 123-123.

11

12 CARDOSO, U. P. **Flutuação populacional e fatores de mortalidade natural do bicudo-do-**

13 **algodoeiro (*Antonomus grandis* Boheman, 1843) (Coleoptera: Curculionidae) no semi-**

14 **árido do Sudoeste da Bahia**. 2007. 92 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia,

15 Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2007.

16

17 CAVALCANTI, R. W. G. **Ecofisiologia do bicudo do algodoeiro às condições ambientais**

18 **do semiárido nordestino**. 2012. 31 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Biológicas,

19 Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2012.

20

21 CHABOUSSOU, F. 1999. Plantas Doentes pelo Uso de Agrotóxicos (A Teoria da

22 Trofobiose). 2<sup>a</sup>. Ed. Porto Alegre: L&PM, 272 p.

23

- 1 FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer analysis system to fixed effects split plot type  
2 designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019. Disponível em:  
3 <<http://www.biometria.ufla.br/index.php/BBJ/article/view/450>>. Acesso: Fev. 10, 2020.  
4
- 5 FUNCEME – FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS  
6 HÍDRICOS. **Plataforma de Coleta de Dados**: estações meteorológicas. Estações  
7 Meteorológicas. 2021. Disponível em: <<http://funceme.br/pcd/estacoes>>. Acesso: Mai. 10,  
8 2021.  
9
- 10 GIOMETTI, C. S. et al. Seleção de isolados de *Beauveria bassiana* para o controle de adultos  
11 do bicudo-do-algodoeiro *Anthonomus grandis* (COLEOPTERA: curculionidae). **Arquivos do**  
12 **Instituto Biológico**, v. 77, n. 1, p. 167-169, 2010. Disponível em:  
13 <<http://dx.doi.org/10.1590/1808-1657v77p1672010>>. Acesso: Nov. 27, 2021.  
14
- 15 HELENE, C. P. I. **Bactérias promotoras de crescimento de plantas em solos esterelizados**  
16 **com ôzônio na cultura do milho**. 2021. 35 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia,  
17 Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Ilha Solteira, 2021.  
18
- 19 IŞIKBER, A. A. Functional Response of Two Coccinellid Predators, *Scymnus levaillanti* and  
20 *Cycloneda sanguinea*, to the Cotton Aphid, *Aphis gossypii*. **Turkish Journal Of Agriculture**  
21 **And Forestry**, Ancara, v. 29, p. 347-355, 2005.  
22
- 23 JACINTO, F. **Potencial de *Beauveria bassiana* e metabólitos na indução de resistência e**

- 1 **no controle de doenças foliares em soja**. 2019. 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso  
2 (Graduação) – Curso de Ciências Biológicas, Universidade Tecnológica Federal do Paraná,  
3 Dois Vizinhos, 2019.
- 4
- 5 JORGE, D. M.; SOUZA, C. A. V. de. O papel da regulamentação dos produtos de origem  
6 biológica no avanço da agroecologia e da produção orgânica no Brasil. In: SAMBUICHI, R.  
7 H. R. et al. **A Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica no Brasil: uma**  
8 **trajetória de luta pelo desenvolvimento rural sustentável**. Brasília: IPEA, 2017. p. 229-252.
- 9
- 10 LACERDA, L. B. de. **Técnica para liberação do predador *Euborellia annulipes***  
11 **(Dermaptera: Anisolabididae)**. 2020. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -  
12 Curso de Agronomia, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2020.
- 13
- 14 LIMA, S. F. et al. Humic acid and *Azospirillum brasilense* applied to cotton seeds. **Brazilian**  
15 **Journal Of Agriculture**, v. 93, n. 1, p. 1-11, 2018. Disponível em:  
16 <<https://www.revistadeagricultura.org.br/index.php/revistadeagricultura/article/view/3228>>.  
17 Acesso: Jun. 09, 2021.
- 18
- 19 LOPEZ, D. C.; SWORD, G. A. The endophytic fungal entomopathogens *Beauveria bassiana*  
20 and *Purpureocillium lilacinum* enhance the growth of cultivated cotton (*Gossypium hirsutum*)  
21 and negatively affect survival of the cotton bollworm (*Helicoverpa zea*). **Biological Control**,  
22 v. 89, n. 1, p. 53-60, 2015. Disponível em:  
23 <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1049964415001073?via%3Dihub>>.  
24 Acesso: Jun. 30, 2021.

- 1 MARCHIORO, S. T. **Biologia e mortalidade de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith)**  
2 **(Lepidoptera: Noctuidae) em milho tratado com silício e inoculante *Azospirillum***  
3 ***brasiliense*, sob condições de laboratório e campo.** 2019. 88 f. Dissertação (Mestrado) -  
4 Curso de Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, Universidade Federal da  
5 Fronteira Sul, Laranjeiras do Sul, 2019.
- 6
- 7 MIRANDA, J. E. et al. Bicudo do algodoeiro: ações de controle e supressão populacional em  
8 Goiás. **Researchgate**, Goiás, p. 47-55, jul. 2013.
- 9
- 10 MORAES, J. G. L. et al. Flutuação populacional do pulgão e seus inimigos naturais na cultura  
11 do algodoeiro. **Revista de Ciências Agroambientais**, Alta Floresta, v. 12, n. 1, p. 1-5, 2014.  
12 Disponível em: <[http://www.unemat.br/revistas/rcaa/docs/vol12-](http://www.unemat.br/revistas/rcaa/docs/vol12-1/1_artigo_rcaa_v12n1a2014.pdf)  
13 [1/1\\_artigo\\_rcaa\\_v12n1a2014.pdf](http://www.unemat.br/revistas/rcaa/docs/vol12-1/1_artigo_rcaa_v12n1a2014.pdf)>. Acesso: Jun. 26, 2021.
- 14
- 15 MUMBACH, G. L. et al. Resposta da inoculação com *Azospirillum brasilense* nas culturas de  
16 trigo e de milho safrinha. **Revista Scientia Agraria**, Curitiba, v. 18, n. 2, p. 97-103, 2017.  
17 Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/agraria/article/view/51475>>. Acesso: Abr. 16, 2021.
- 18
- 19 OLIVEIRA, A. A. S. **Dinâmica populacional e distribuição espacial do bicudo-do-**  
20 **algodoeiro, *Anthonomus grandis grandis* Boh. (Coleoptera: Curculionidae).** 2021. 45 f.  
21 Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Faculdade de Agronomia e Medicina  
22 Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2021.
- 23

- 1 OLIVEIRA, J. E. M. et al. Efeito de cultivares de algodoeiro sobre a biologia e capacidade  
2 predatória de *Orius insidiosus* (SAY, 1832) (Hemiptera: Anthocoridae) predando *Aphis*  
3 *gossypii* glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 75, n. 1,  
4 p. 45-52, 2008. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/1808-1657v75p0452008>>. Acesso:  
5 Nov. 27, 2021.
- 6
- 7 PARRA, J. R. P. et al. 2002. Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores. Editora  
8 Manole, São Paulo. 609p.
- 9
- 10 QUEIROZ, I. D. S. **Implicações da inoculação com *Azospirillum brasilense* e de níveis de**  
11 **N em milho transgênico no cerrado**. 2014. 49 p. Dissertação. (Mestrado em Agronomia) -  
12 Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, 2014.
- 13
- 14 REIS, P. Agricultura familiar e biológica: modelos tecnológicos e dinâmicos. In: COSTA, C.  
15 A. et al. **Pontes entre agricultura familiar e agricultura biológica**. 41037. ed. Lisboa:  
16 Âncora, 2020. Cap. 1. p. 29-32.
- 17
- 18 ROLIM, G. G.; NETTO, J. C. **Mortalidade do bicudo-do-algodoeiro**: após contato em  
19 resíduo seco de inseticidas utilizados na cotonicultura - Safra 2019/2020. 46. ed. Mato  
20 Grosso: IMAmt, 2020. 8 p.
- 21
- 22 SARKODEE-ADDO, E. et al. Biofertilizer Activity of *Azospirillum* sp. B510 on the Rice  
23 Productivity in Ghana. **Microorganisms**, Japão, v. 9, n. 9, p. 1-20, set. 2021.

1 SCARPELLINI, J. R.; ANDRADE, D. J. Efeito de inseticidas sobre a joaninha *Cycloneda*  
2 *sanguinea* L. (Coleoptera, Coccinellidae) e sobre o pulgão *A. gossypii* GLOVER (Hemiptera,  
3 Aphididae) em algodoeiro. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 78, n. 3, p. 393-399, 2011.  
4 Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/aib/a/BbHpppwyrvNyMQrTp5PQPyc/?lang=pt>>.  
5 Acesso: Mai. 28, 2021.

6  
7 SILVA, Í. W. da. et al. Manejo integrado de pragas: aspectos teóricos e práticos. In:  
8 VISOTTO, Liliane Evangelista *et al.* **Avanços Tecnológicos Aplicados à Pesquisa na**  
9 **Produção Vegetal**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2015. p. 556.

10  
11 SOUZA, C. da S. F. et al. Resistência de sorgo a insetos-praga. In: MENEZES, C. B.  
12 de. **Melhoramento genético de sorgo**. Brasília: Embrapa, 2021. p. 546.

13  
14 TIAN, X. et al. Biochar derived from corn straw affected availability and distribution of soil  
15 nutrients and cotton yield. **Plos One**, v. 13, n. 1, p. 1-19, 2018. Disponível em:  
16 <<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0189924>>. Acesso: Mai.  
17 24, 2021.

18  
19 VEIGA, A. C. P. et al. Behavior of *Orius insidiosus* preying on *Aphis gossypii* reared on  
20 transgenic and conventional cotton varieties. **Acta Scientiarum**. v. 36, n. 3, p. 273, 2014.  
21 Universidade Estadual de Maringá. Disponível em:  
22 <<http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v36i3.17466>>. Acesso: Nov. 27, 2021.

23

24

### 1    **CAPÍTULO III**

2

### 3    **OCORRÊNCIA DO BICUDO *Anthonomus grandis* (Coleoptera: Curculionidae) EM** 4    **ALGODOEIRO CULTIVADO EM CASA-DE-VEGETAÇÃO<sup>3</sup>**

5

6    **RESUMO:** O bicudo *Anthonomus grandis* é uma das principais pragas do algodoeiro que  
7    gera grande preocupação na lavoura devido a significativos prejuízos que podem causar, se  
8    não controlado. Algumas técnicas vêm sendo estudadas para controlar a presença de pragas  
9    sem causar danos ao meio ambiente. Com esse artigo objetiva-se verificar a capacidade de  
10    *Azospirillum brasilense*, *Beauveria bassiana* e biocarvão serem indutores de resistência às  
11    pragas do algodoeiro herbáceo, especificamente *Anthonomus grandis*, sob condições de casa-  
12    de-vegetação. O experimento foi conduzido em condições irrigadas por aspersão  
13    convencional. Duas cultivares foram utilizadas a BRS Araçá e a BRS 433, algodoeiro  
14    herbáceo *Gossypium hirsutum* L. raça *latifolium* Hutch. O período do ensaio foi de março a  
15    setembro de 2020, considerando da data do plantio até a colheita. Foi adotado o delineamento  
16    estatístico inteiramente casualizado (DIC). Os tratamentos foram aplicados na cultivar Araçá  
17    aos 31 e 80 Dias Após Emergência (DAE) da planta, sendo eles: Fungos *Beauveria bassiana*  
18    da Oligos biotec (B1) e *Beauveria bassiana* da Simbiose (B2), Bactéria *Azospirillum*  
19    *brasilense* e o Biocarvão. O tratamento com bactéria *A. brasilense* foi o que apresentou menor  
20    ocorrência de oviposição nos botões florais, diferindo significativamente dos demais  
21    tratamentos.

22    **Palavras-chave:** agricultura biológica; bactérias diazotróficas; bicudo-do-algodoeiro; fungos  
23    entomopatogênicos.

---

<sup>3</sup> Este artigo será submetido à Revista Ciência Rural.

1 **ABSTRACT:** The boll weevil *Anthonomus grandis* is one of the main cotton pests that  
2 generates great concern in the crop due to the significant damage it can cause, if not  
3 controlled. Some techniques have been studied to control the presence of pests without  
4 causing damage to the environment. This article aims to verify the ability of *Azospirillum*  
5 *brasilense*, *Beauveria bassiana* and biochar to induce resistance to herbaceous cotton pests,  
6 specifically *Anthonomus grandis*, under greenhouse conditions. The experiment was carried  
7 out under conventional sprinkler irrigation conditions. Two cultivars were used, BRS Araçá  
8 and BRS 433, herbaceous cotton *Gossypium hirsutum* L. latifolium Hutch breed. The test  
9 period was from March to September 2020, considering the date of planting until harvest. A  
10 completely randomized statistical design (DIC) was adopted. The treatments were applied to  
11 the cultivar Araçá at 31 and 80 Days After Emergence (DAE) of the plant, namely: Fungi  
12 *Beauveria bassiana* from Oligos biotec (B1) and *Beauveria bassiana* from Symbiosis (B2),  
13 Bacteria *Azospirillum brasilense* and Biocarvão. The treatment with *Azospirillum brasilense*  
14 bacteria showed the lowest occurrence of oviposition on the flower buds, significantly  
15 differing from the other treatments.

16 **Key words:** organic farming; diazotrophic bacteria; cotton boll weevil; entomopathogenic  
17 fungi.

18

## 19 **INTRODUÇÃO**

20 O bicudo-do-algodoeiro *Anthonomus grandis* é a principal praga do algodoeiro  
21 brasileiro. Uma série de fatores corrobora a afirmação acima, a saber: o atraso nos plantios de  
22 algodão fazendo com que o período de maior dificuldade de sobrevivência da praga seja  
23 menor e a disponibilidade de alimentos para sua manutenção e mesmo multiplicação,  
24 aumento de área de plantio de variedades de algodão com resistência ao glifosato e a entrada  
25 de novos produtores, dentre outros (LA TORRE et al., 2018).

1 Com o intuito de combater essa e outras pragas de maneira prática e com menor custo  
2 é que os produtores de algodão tradicionalmente fazem uso da aplicação de agrotóxicos,  
3 tornando a cultura uma grande consumidora de produtos fitossanitários (SEVERINO et al.,  
4 2019). Essa forma de combate apresenta consequências graves, tais como, danos à saúde do  
5 agricultor e fazem com que as pragas adquiram resistência, exigindo doses mais altas ou  
6 produtos mais tóxicos (TAVEIRA, 2017); além de desequilíbrio biológico, resíduos nas fibra  
7 de algodão e poluição ambiental (PÉREZ et al., 2017).

8 Nesse contexto, o volume de agrotóxicos precisa ser reduzido, tanto do ponto de vista  
9 ambiental quanto econômico. Uma das possibilidades vislumbradas é a geração e/ou  
10 aplicação de tecnologias que estabeleçam equilíbrio biológico entre a população de agentes de  
11 controle biológico na cultura, garantindo estabilidade produtiva (SUASSUNA et al., 2019).

12 Algumas técnicas vêm sendo estudadas a fim de diminuir a necessidade de substâncias  
13 químicas prejudiciais e qualquer possibilidade de solução precisa ser analisada para verificar  
14 sua eficiência e real viabilidade em escala comercial. Como exemplo, Severino et al. (2019)  
15 apresentam bactérias para manejo de insetos e vespas ou vírus utilizados no controle de  
16 lagartas. Aquino (2020) cita a utilização de substâncias indutoras de resistência de plantas,  
17 como bioestimulantes, rizobactérias e agentes abióticos.

18 A presente pesquisa objetiva verificar a capacidade de *Azospirillum brasilense*,  
19 *Beauveria bassiana* e o biocarvão serem indutores de resistência a *Anthonomus grandis*, sob  
20 condições de casa-de-vegetação.

21

## 22 **MATERIAIS E MÉTODOS**

23

24 O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação no Campo Experimental da  
25 Embrapa Algodão, localizada no município de Barbalha-CE (Latitude 07°18'40" S,

1 Longitude 39°18'15" W e altitude de 415,7m ao nível do mar). De acordo com o Perfil  
2 Municipal de 2017, publicado pelo Instituto de Pesquisa e Estratégica Econômica do Ceará  
3 (IPECE), Barbalha apresenta clima tropical semiárido brando, pluviosidade anual de 1.153  
4 mm, temperatura média de 24 a 26°C e período chuvoso compreendido entre os meses de  
5 janeiro a abril (IPECE, 2017).

6 Os ensaios laboratoriais foram realizados no Laboratório de Entomologia Agrícola da  
7 Universidade Federal do Cariri – UFCA, no Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade  
8 – CCAB, em Crato-CE.

9 O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação sob condições irrigadas por  
10 aspersão convencional. Duas cultivares foram utilizadas a BRS Araçá e a BRS 433,  
11 algodoeiro herbáceo *Gossypium hirsutum* L. raça *latifolium* Hutch. O período do experimento  
12 foi de março a setembro de 2020, considerando da data do plantio até a colheita.

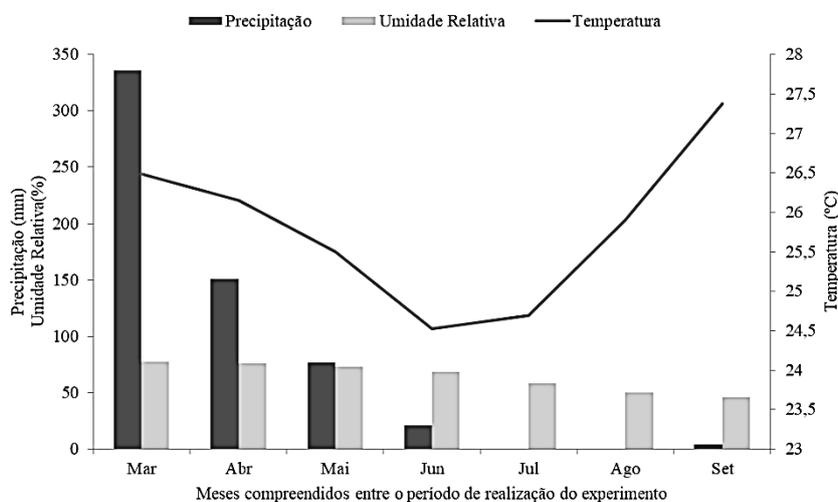
13 Foi adotado o delineamento estatístico inteiramente casualizado (DIC) e os  
14 tratamentos foram aplicados na cultivar Araçá aos 31 e 80 Dias Após Emergência (DAE) da  
15 planta, sendo eles: Fungos *Beauveria bassiana* da Oligos biotec (B1) e *Beauveria bassiana* da  
16 Simbiose (B2), Bactéria *Azospirillum brasilense* e o Biocarvão. A bactéria e os fungos foram  
17 diluídos em água para posterior aplicação da calda, o biocarvão foi aplicado direto, sem  
18 diluição. As dosagens de cada substância foram 100 mL/ha (bactéria); 1,6 kg/ha (fungos); 80  
19 kg/ha (biocarvão). Não houve aplicação de tratamentos na cultivar BRS 433.

20 As características climáticas do município de Barbalha nos meses de realização da  
21 pesquisa variaram de 24 a 27 °C de temperatura média, de 45 a 77% de umidade relativa do ar  
22 média e de 0 a 335,8 mm de precipitação mensal, com mais precipitações em março, abril e  
23 maio (Figura 5).

24

25

- 1 Figura 5 – Dados de temperatura média, umidade relativa do ar média e precipitação mensal do município de  
2 Barbalha de março a setembro de 2020.



- 3  
4  
5

Fonte: Adaptado de FUNCEME (2021).

## 6 Índice de emergência e medição dos bicudos

7 Para determinar a porcentagem de emergência em casa-de-vegetação instalaram-se  
8 dois tipos de armadilhas entomológicas: saco de tecido *voil* com dimensão de 8 cm de  
9 comprimento por 3 cm de largura e gaiolas medindo 20 cm de diâmetro por 30 cm de altura.  
10 Em cada parcela foram ensacados cinco botões florais, totalizando 40 botões da cultivar  
11 Araçá, sendo 10 botões por tratamento e da cultivar BRS 433 (sem tratamento), sendo 20  
12 botões florais no total. Nas gaiolas, foram 20 botões por tratamento, totalizando 80 botões da  
13 cultivar Araçá e mais 80 botões totais da cultivar BRS 433.

14 O monitoramento seguiu até os 22 dias após a instalação das armadilhas e os bicudos  
15 emergidos foram encaminhados para o laboratório de Entomologia Agrícola para medição de  
16 rostro e corpo com paquímetro eccofer (medida 150 mm e escala 0,05 mm).

17 Objetivando identificar a emergência de bicudos em laboratório coletou-se 60 botões  
18 florais com orifício de oviposição de cada tratamento e todos os botões foram encaminhados  
19 para estufas incubadoras do tipo B.O.D. (Demanda Bioquímica de Oxigênio) e de cada

1 tratamento incubou-se 30 botões à temperatura de  $25 \pm 2^\circ\text{C}$  e 30 botões à  $30 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  
2 configuradas com fotofase de 12h e  $70 \pm 10\%$  de umidade relativa do ar.

3 Os botões foram observados semanalmente para determinação da porcentagem de  
4 emergência, em seguida, os insetos emergidos tiveram as dimensões do rostro e corpo  
5 medidos com paquímetro analógico da eccofer (medida 150 mm e escala 0,05 mm).

6

#### 7 Análise Estatística

8 Os dados de monitoramento e emergência dos bicudos foram submetidos à análise de  
9 variância e observados as diferenças significativas. As médias foram comparadas pelo teste  
10 Scott-Knott a 10% de probabilidade, através do programa SISVAR (FERREIRA, 2019).

11

## 12 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

13

### 14 Monitoramento do bicudo

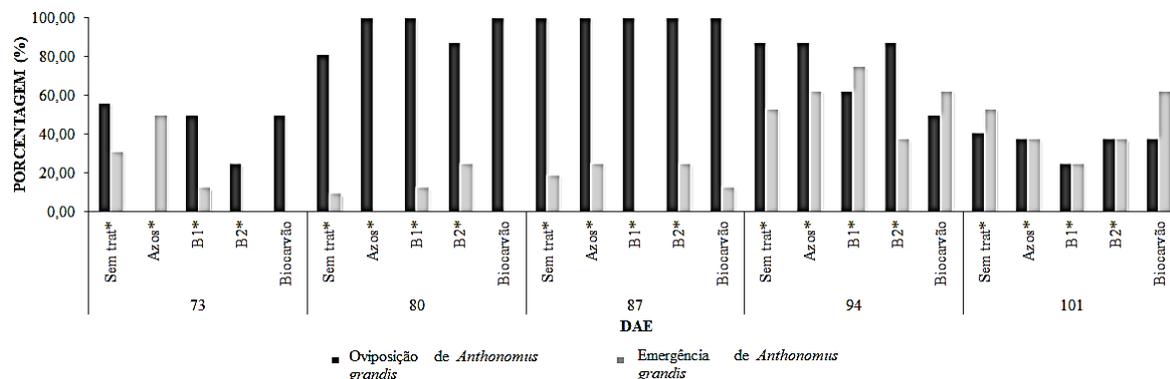
15 Foi constatada a presença do bicudo aos 73 DAE, estendendo-se até o final do ciclo e  
16 com picos aos 94, 108, 133 e 147 DAE. Os danos causados pela praga decorrem do uso de  
17 estruturas das flores e frutos do algodoeiro para oviposição de adultos e alimentação de larvas  
18 e adultos de *A. grandis* (GRIGOLLI et al., 2013).

19 Oviposição foi detectada também aos 73 DAE, com picos aos 80 e 87 (Figura 6).  
20 Grigolli et al. (2013) avaliando a distribuição de botões florais com orifícios de oviposição da  
21 praga nas cultivares NuOPAL, DeltaOPAL, FMT-701, FMX-910 e FMX-993, observaram  
22 picos de 101 DAE para todas as cultivares estudadas, valor superior ao encontrado nesse  
23 estudo com as cultivares BRS 433 e Araçá.

24

25

1 Figura 6 – Infestação (%) de *Anthonomus grandis* em algodoeiro cultivado em casa-de-vegetação da Embrapa  
2 Algodão de março a setembro de 2020.



3 ■ Oviposição de *Anthonomus grandis* ■ Emergência de *Anthonomus grandis*  
4 \*Trat= Tratamento; Azos= *Azospirillum brasilense*; B1= *Beauveria bassiana* (Olighos biotech; B2= *Beauveria*  
5 *bassiana* (Simbiose).

6 Fonte: Os autores (2021).

7 A ocorrência de oviposição de *A. grandis* foi afetada pelos tratamentos aplicados (GI  
8 4; F = 1,751; p = 0,154). As plantas tratadas com a bactéria *A. brasilense* foram menos  
9 preferidas para oviposição nos botões florais (Tabela 8), ratificando a hipótese da contribuição  
10 dessa bactéria na nutrição da planta e, conseqüentemente, na capacidade de resistência ao  
11 bicudo. *A. brasilense* faz parte do grupo de Bactérias Promotoras de Crescimento das Plantas  
12 (BPCP), microorganismos que são benéficos para as plantas, apresentando bons resultados na  
13 resistência também a fitopatógenos, entre outras vantagens (HUNGRIA, 2016).

14 Tabela 8 – Oviposição (%) de *Anthonomus grandis* em botões florais de algodoeiro submetido a bactéria, fungo  
15 e biocarvão em condições de casa-de-vegetação na Embrapa Algodão de Barbalha-CE, 2020.

Tratamentos	Médias
<i>Azospirillum brasilense</i>	55,77 <sup>a</sup>
Controle	56,97 <sup>a</sup>
<i>Beauveria bassiana</i> – Simbiose (B2)	63,46 <sup>b</sup>
<i>Beauveria bassiana</i> – Oligos Biotec (B1)	64,42 <sup>b</sup>
Biocarvão	66,35 <sup>b</sup>

CV (%) = 14,55

16 \*Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott-Knott a  
17 10% de probabilidade. Para efeito de análise os dados foram transformados em  $\sqrt{Y+1}$ . ns: não significativo.

18 Fonte: Os autores (2021).

19 Mediante possibilidades de vantagens na utilização de *A. brasilense* esse agente vem  
20 sendo estudado em diferentes culturas com distintas funções. Por exemplo, em algodão  
21 (BORIN et al., 2015; LIMA et al., 2018), trigo (NUNES et al., 2015; PRANDO et al., 2019),

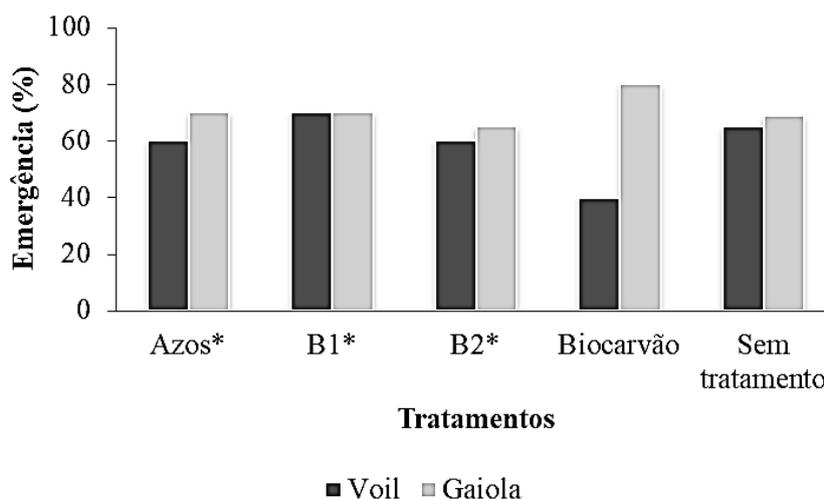
1 milho (COELHO, 2018; OLIVEIRA, 2020), feijão (GALINDO et al., 2020), soja (NAOE et  
2 al., 2020; NAOE et al., 2021) e arroz (AMARAL et al., 2020; SCHÜLLER, 2021).

3

#### 4 Índice de Emergência

5 A armadilha do tipo saquinho *voil* instalada na área para monitoramento de  
6 emergência do bicudo, indicou maior número de adultos emergidos nas plantas tratadas com o  
7 fungo *B. bassiana* (Oligos biotec) – B1 e na cultivar sem tratamento. Nas gaiolas as maiores  
8 porcentagens de bicudos foram no tratamento com biocarvão (Figura 7). Em ambos os casos  
9 não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos.

10 Figura 7 – Emergência (%) de *Anthonomus grandis* de armadilhas (*voil* e gaiolas) instaladas em casa-de-  
11 vegetação da Embrapa Algodão, Barbalha-CE, 2020.



12

13 \* Azos= *Azospirillum brasilense*; B1= *Beauveria bassiana* (Oligos biotec); B2= *Beauveria bassiana* (Simbiose);  
14 trat= tratamento.

15

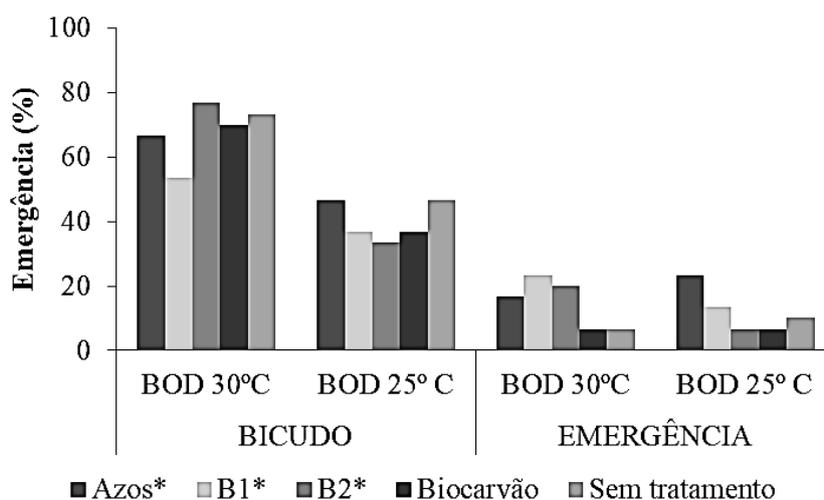
Fonte: Os autores (2021).

16 No laboratório, constatou-se que nos botões incubados em estufa B.O.D. à 30°C houve  
17 mais orifícios de emergência e bicudos nos tratamentos com *B. bassiana* e nas plantas sem  
18 tratamento. Nos incubados em B.O.D. à 25°C houve mais emergência nas plantas tratadas  
19 com *A. brasilense* e mais bicudo nas tratadas com *B. bassiana* - Simbiose (B2) assim como  
20 nas sem tratamento (Figura 8). Embora não tenha ocorrido diferenças significativas entre as  
21 temperaturas nas condições da pesquisa, Santos (2019) ressalta que a temperatura pode

1 influenciar no desenvolvimento reprodutivo, sobrevivência e ataque do bicudo, com inibições  
 2 do desenvolvimento reprodutivo em condições não favoráveis. Os estágios imaturos do  
 3 bicudo são vulneráveis a fatores climáticos adversos, podendo afetar em elevadas taxas de  
 4 mortalidade de bicudos ainda abrigados no interior dos botões florais (FAUSTINO, 2020).

5 Figura 8 – Emergência (%) de *Anthonomus grandis* em laboratório a partir de botões florais (com furo de  
 6 oviposição) coletados em casa-de-vegetação da Embrapa Algodão. Barbalha-CE, 2020.

7



8

9

10 \* Azos= *Azospirillum brasilense*; B1= *Beauveria bassiana* (Oligos biotec); B2= *Beauveria bassiana* (Simbiose);  
 11 trat= tratamento.

12

Fonte: Os autores (2021).

13

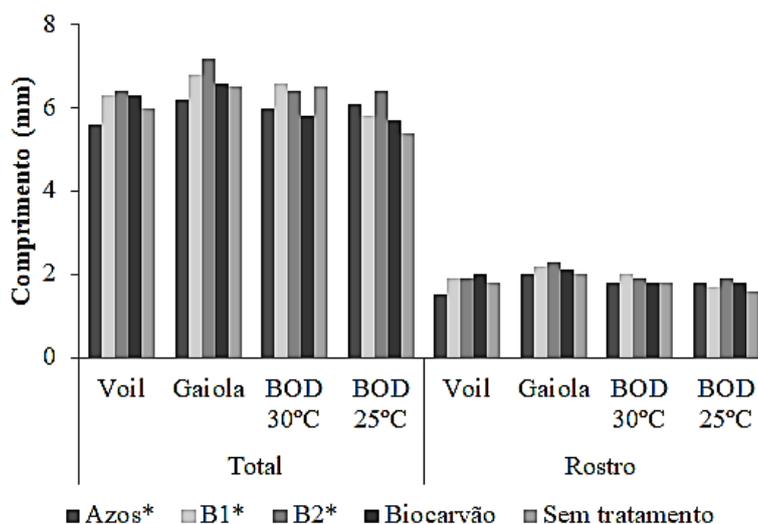
#### 14 Medição dos bicudos

15 Os bicudos emergidos em casa-de-vegetação e em laboratório apresentaram  
 16 comprimento total variando de 5,4 mm a 7,8 mm e comprimento do rostro de 1,5 mm a 2,3  
 17 mm (Figura 9). Comparando os bicudos emergidos nas duas situações, os emergidos em casa-  
 18 de-vegetação apresentaram maiores valores tanto de comprimento total como rostro, a saber:  
 19 Campo – média de rostro de 1,97 mm e comprimento total de 6,39 mm, Laboratório – média  
 20 de 1,81 mm de rostro e 6,07 mm de comprimento total. As média de comprimento total e de  
 21 rostro foram inferiores aos valores citados por Gabriel (2016) e Martins (2018) de 7 mm pra

1 comprimento total e por Jeger et al. (2017) de 8 mm para comprimento total e 3 mm de  
2 rosto.

3 Figura 9 – Comprimento em milímetro de *Anthonomus grandis* emergidos em casa-de-vegetação (botões com  
4 furo de oviposição ensacados - armadilha *voil* e engaiolados – armadilha gaiola) e em laboratório (botões com  
5 furo de oviposição incubados em B.O.D.) experimento desenvolvido em casa-de-vegetação da Embrapa  
6 Algodão. Barbalha-CE, 2020.

7

8  
9

10 Azos=*Azospirillum brasilense*; \*B1= *Beauveria bassiana*(Oligos biotec); B2=*Beauveria bassiana* (Simbiose).

11 Fonte: Os autores (2021).

12 A variabilidade de diversos fatores como distribuições geográficas, disponibilidade de  
13 recursos, qualidade nutricional, concorrência e temperatura influenciam nos padrões  
14 morfométricos dos bicudos (LAPARIE et al., 2010; DIAS et al., 2017; SANTOS et al., 2019;  
15 SANTOS, 2020).

16

## 17 CONCLUSÕES

18

19 As plantas de algodoeiro BRS Araçá tratadas com a bactéria *Azospirillum brasilense*  
20 são menos ovipositadas pelo *Anthonomus grandis* em condições de casa-de-vegetação no  
21 semiárido do cariri cearense.

## 1 REFERÊNCIAS

2

3 AMARAL, M. B. et al. Crescimento de arroz inoculado com *Azospirillum brasilense*. In:  
4 CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 11., 2020, São Cristóvão. **Anais**  
5 [...]. São Cristóvão: Ufs, 2020. p. 1-5.

6

7 AQUINO, M. V. L. de. **Produção de algodão e infestação do bicudo-do-algodoeiro em**  
8 **função da utilização de indutores de resistência**. 2020. 56 f. Dissertação (Mestrado) - Curso  
9 de Agronomia, Universidade de Brasília, Brasília, 2020.

10

11 BORIN, A. L. D. C. et al. Produtividade do algodoeiro FM975 WS em função de doses de  
12 nitrogênio e de *Azospirillum brasilense*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO,  
13 10., 2015, Foz do Iguaçu. **Anais [...]** . Foz do Iguaçu: Abapa, 2015. p. 1-1.

14

15 COELHO, S. P. *Azospirillum brasilense* no sistema de plantio direto orgânico e  
16 convencional de milho. 2018. 53 f. Tese (Doutorado) - Curso de Fitotecnia, Universidade  
17 Federal de Viçosa, Viçosa, 2018.

18

19 DIAS, W. S. Rocha et al. Aspectos morfométricos de adultos do bicudo-do-algodoeiro  
20 procedentes de ambientes do sudoeste e oeste da Bahia. In: SEAGRUS, VIII, 2017, Vitória da  
21 Conquista. **Anais [...]**. Vitória da Conquista: UESB, 2017. p. 1-5.

22

23 FAUSTINO, Rayanne Ferreira. **Mortalidade do bicudo em algodoeiros irrigados por**  
24 **gotejamento e aspersão**. 2020. 42 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Agrárias,  
25 Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2020.

- 1 FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer analysis system to fixed effects split plot type  
2 designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019. Disponível em:  
3 <<http://www.biometria.ufla.br/index.php/BBJ/article/view/450>>. Acesso: Fev. 10, 2020.  
4
- 5 FUNCEME – FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS  
6 HÍDRICOS. **Plataforma de Coleta de Dados**: estações meteorológicas. Estações  
7 Meteorológicas. 2021. Disponível em: <<http://funceme.br/pcd/estacoes>>. Acesso: Mai. 10,  
8 2021.  
9
- 10 GABRIEL, D. **O bicudo do algodoeiro**. Campinas: APTA, 2016. 20 p.  
11
- 12 GALINDO, Fernando S. et al. Technical and economic viability of cowpea co-inoculated  
13 with *Azospirillum brasilense* and *Bradyrhizobium* spp. and nitrogen doses. **Revista Brasileira**  
14 **de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 24, n. 5, p. 304-311, abr. 2020.  
15
- 16 GRIGOLLI, J. F. J. et al. Within plant distribution of *Anthonomus grandis* (Coleoptera:  
17 Curculionidae) feeding and oviposition damages in cotton cultivars. **Ciências e**  
18 **Agrotecnologia**, Lavras, v. 36, n. 1, p. 78-84, jan. 2013.  
19
- 20 HUNGRIA, Mariangela. *Azospirillum*: um velho novo aliado. In: FERTBIO, 2016,  
21 Goiania. **Anais [...]**. Goiania: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 2016. 259 p.  
22
- 23 IPECE – INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ. **Perfil**  
24 **Municipal 2017**: Barbalha. Fortaleza: IPECE, 2017. 18 p.

- 1 JEGER, M. et al. Pest categorisation of *Anthonomus grandis*. **EFSA Journal**, v. 15, n. 12, p.  
2 1-22, 2017. Disponível em:  
3 <<https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/j.efsa.2017.5074>>. Acesso: Jun. 28, 2021  
4
- 5 LAPARIE, M.; et al. Variation of morphometric traits in populations of an invasive carabid  
6 predator (*Merizodus soledadinus*) within a sub-Antarctic island. **Biological invasions**, v. 12,  
7 n. 10, p. 3405-3417, 2010.  
8
- 9 LATORRE, E. de J. R. et al. **Boletim Técnico de Resultados**: Instituto Goiano de  
10 Agricultura Safra 2017-2018. Goiânia: IGA, 2018. 184 p.  
11
- 12 LIMA, S. F. de et al. Humic acid and *Azospirillum brasilense* applied to cotton  
13 seeds. **Brazilian Journal Of Agriculture**, Piracicaba, v. 93, n. 1, p. 1-11, jan. 2018.  
14
- 15 MARTINS, Isaac Silva. **Bicudo do Algodoeiro**. 7. ed. Nortox, 2018. 4 p.  
16
- 17 NAOE, A. M. de L. et al. Co-inoculation with *Azospirillum brasilense* in soybean cultivars  
18 subjected to water déficit. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**,  
19 Campina Grande, v. 24, n. 2, p. 89-94, fev. 2020.  
20
- 21 NAOE, A. M. de L. et al. Effect of water deficit and sowing date on oil and protein contents  
22 in soybean co-inoculated with *Azospirillum brasilense*. **Pesquisa Agropecuária Tropical**,  
23 Goiania, v. 51, n. 1, p. 1-7, mar. 2021.  
24

- 1 NUNES, P. H. M. P. et al. Produtividade do trigo irrigado submetido à aplicação de  
2 nitrogênio e à inoculação com *Azospirillum brasilense*. **Revista Brasileira de Ciência do**  
3 **Solo**, Viçosa, v. 39, n. 1, p. 174-182, jan. 2015.
- 4
- 5 OLIVEIRA, H. *Azospirillum brasilense* como atenuante do efeito da salinidade em milho  
6 irrigado. 2020. 76 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Federal  
7 de Campina Grande, Campina Grande, 2020.
- 8
- 9 PÉREZ, M. P. et al. Selection of *Bacillus thuringiensis* strains toxic to cotton boll weevil  
10 (*Anthonomus grandis*, Coleoptera: curculionidae) larvae. **Revista Argentina de**  
11 **Microbiología**, v. 49, n. 3, p. 264-272, 2017. Disponível em:  
12 <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0325754117300184?via%3Dihub>>.  
13 Acesso: Jun. 15, 2021.
- 14
- 15 PRANDO, A. M. et al. Produtividade, índice de vegetação e clorofila de trigo em resposta à  
16 inoculação com *Azospirillum brasilense* e adubação nitrogenada em cobertura. **Revista de**  
17 **Ciências Agrônômica**, Ilha Solteira, v. 28, n. 3, p. 329-342, mar. 2019.
- 18
- 19 SANTOS, Patrícia de Jesus dos. **Época de plantio do algodoeiro e sua relação com a**  
20 **intensidade de ataque do bicudo-do-algodoeiro**. 2019. 61 f. Dissertação (Mestrado) - Curso  
21 de Agronomia, Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária,  
22 Brasília, 2019.
- 23

- 1 SANTOS, S. K. dos. **Caracterização morfológica e molecular de populações de bicudo**  
2 **do algodoeiro**. 2020. 56 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Agrárias,  
3 Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2020.
- 4
- 5 SANTOS, S. K. dos. et al. Caracterização morfológica de populações (*Anthonomus grandis*  
6 L.) de bicudo do algodoeiro. **Revista de Recursos Genéticos**, Areia, v. 3, n. 5, p. 36-36, nov.  
7 2019.
- 8
- 9 SCHÜLLER, M. **Utilização de *Azospirillum brasilense* e composto orgânico na produção**  
10 **de arroz irrigado**. 2021. 47 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade  
11 Estadual do Rio Grande do Sul, Santana do Livramento, 2021.
- 12
- 13 SEVERINO, L. S. et al. **Algodão: caracterização e desafios tecnológicos**. EMBRAPA, 2019.  
14 29 p.
- 15
- 16 SUASSUNA, N. D. et al. Uso do Trichoderma na cultura do algodão. In: MEYER, M. C. et  
17 al. **Trichoderma: uso na agricultura**. Brasília: Embrapa, 2019. 538 p.
- 18
- 19 TAVEIRA, A. de P. **Uma abordagem estatística aplicada ao controle biológico da praga**  
20 **que ataca a cultura do algodão**. 2017. 71 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências,  
21 Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2017.
- 22
- 23
- 24
- 25

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16
- 17
- 18
- 19
- 20
- 21
- 22
- 23
- 24
- 25