



**Ciencia Latina**  
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.  
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), julio-agosto 2024,  
Volumen 8, Número 4.

[https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i4](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4)

**USO DE BIOINSUMOS NO ALGODOEIRO E  
SEUS EFEITOS SOBRE O BICUDO-DO-  
ALGODOEIRO E NA PRODUTIVIDADE**

**USE OF BIOINSUMPTS IN COTTON AND ITS EFFECTS  
ON COTTON BOWEL BOWL AND PRODUCTIVITY**

**Benedito Charlles Damasceno Neves**  
Universidade Federal Rural do Semiárido - Brasil

**Fábio Aquino de Albuquerque**  
Embrapa Algodão - Brasil

**Gildo Pereira de Araújo**  
Embrapa Algodão - Brasil

**Francisco Roberto de Azevedo**  
Universidade Federal do Cariri - Brasil

DOI: [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i4.12129](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.12129)

## Uso de bioinsumos no algodoeiro e seus efeitos sobre o bicudo-do-algodoeiro e na produtividade

**Benedito Charlles Damasceno Neves<sup>1</sup>**[benedito.neves@alunos.ufersa.edu.br](mailto:benedito.neves@alunos.ufersa.edu.br)<https://orcid.org/0009-0006-3914-0758>

Universidade Federal Rural do Semiárido Brasil

**Fábio Aquino de Albuquerque**[fabio.albuquerque@embrapa.br](mailto:fabio.albuquerque@embrapa.br)<https://orcid.org/0000-0002-2553-045X>

Embrapa Algodão Brasil

**Gildo Pereira de Araújo**[gildo.araujo@embrapa.br](mailto:gildo.araujo@embrapa.br)<https://orcid.org/0009-0004-8973-0321>

Embrapa Algodão Brasil

**Francisco Roberto de Azevedo**[roberto.azevedo@ufca.edu.br](mailto:roberto.azevedo@ufca.edu.br)<https://orcid.org/0000-0002-6953-6175>

Universidade Federal do Cariri Brasil

### RESUMO

Excesso de fertilizantes nitrogenados interfere na fisiologia das plantas acumulando aminoácidos livres e açúcares redutores, tornando-as vulneráveis ao ataque de pragas. Objetivou-se avaliar a influência da aplicação de bioinsumos na indução de resistência do algodoeiro ao ataque do bicudo e o seu efeito na produtividade da cultura. As pesquisas foram conduzidas na Embrapa Algodão, na Estação Experimental em Missão Velha e, no Sítio Agroecológico, em Barbalha, no Ceará. Foi utilizada a cultivar BRS 433FL B2RF e os tratamentos consistiram do fungo *Beauveria bassiana*, bactéria *Azospirillum brasilense*, Fert Bokashi Premium<sup>®</sup>, Vorax<sup>®</sup> Biofertilizante, Nuvem<sup>®</sup> e a ureia como testemunha. Os tratamentos foram aplicados via solo exceto o Nuvem<sup>®</sup> e o monitoramento do bicudo foi realizado semanalmente ao longo da fase reprodutiva da cultura. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Scott-Knott. Na Estação Experimental o *Beauveria bassiana* induz resistência ao algodoeiro contra o bicudo devido às melhores condições de fertilidade do solo e o Fert Bokashi Premium<sup>®</sup>. Constatou-se que a *Azospirillum brasilense* promove aumento da produtividade mesmo as plantas sendo atacadas severamente. No sítio agroecológico embora com baixa fertilidade do solo, o Vorax<sup>®</sup> induz resistência ao algodoeiro e aumenta a produtividade das plantas tratadas.

**Palavras-chave:** nutrição biológica, proteção de plantas, teoria da trofobiose, *anthonomus grandis*, *gossypium hirsutum*

---

<sup>1</sup> Autor Principal

Correspondência: [benedito.neves@alunos.ufersa.edu.br](mailto:benedito.neves@alunos.ufersa.edu.br)

# Use of bioinputs in cotton and its effects on cotton boll weevil and productivity

## ABSTRACT

Excess nitrogen fertilizers interfere with plant physiology, accumulating free amino acids and reducing sugars, making them vulnerable to pest attack. The objective was to evaluate the influence of the application of bioinputs in inducing cotton resistance to boll weevil attack and its effect on crop productivity. The research was conducted at Embrapa Algodão, at the Experimental Station in Missão Velha and at the Agroecological Site, in Barbalha, Ceará. The cultivar BRS 433FL B2RF was used and the treatments consisted of the fungus *Beauveria bassiana*, the bacteria *Azospirillum brasilense*, Fert Bokashi Premium®, Vorax® Biofertilizante, Nuvem® and urea as a control. The treatments were applied via soil except Nuvem® and boll weevil monitoring was carried out weekly throughout the crop's reproductive phase. The data were subjected to analysis of variance and the means compared using the Scott-Knott test. At the Experimental Station, *Beauveria bassiana* induces resistance to the cotton plant against the boll weevil due to better soil fertility conditions and Fert Bokashi Premium®. It was found that *Azospirillum brasilense* promotes increased productivity even though the plants are severely attacked. In the agroecological site, although with low soil fertility, Vorax® induces resistance to cotton and increases the productivity of treated plants

**Keywords:** biological nutrition, plant protection, trophobiosis theory, *anthonomus grandis*, *gossypium hirsutum*

*Artículo recibido: 20 de junho de 2024*

*Aceptado para publicación: 21 de Julio de 2024*



## INTRODUÇÃO

algodão é uma fibra natural de origem vegetal e quando comparada às fibras sintéticas e artificiais é considerada a mais importante em nível mundial (FERREIRA et al., 2022). O fruto do algodoeiro além de ser utilizado para produção de óleo vegetal e ração animal é essencial para a indústria têxtil (ROSSI; SOUZA; SILVA, 2020). Nesse contexto, a cadeia produtiva do algodão vem ganhando cada vez mais destaque no agronegócio brasileiro, tanto que na safra de 2022/2023, o Brasil registrou uma produção de aproximadamente 3,23 milhões de toneladas de pluma, colocando o país como o terceiro maior produtor mundial, superando os Estados Unidos e ficando atrás somente da China e Índia (ABRAPA, 2023).

Do total de fertilizantes nitrogenados que são utilizados na agricultura, cerca de 40 a 50% não são assimilados imediatamente pelas plantas e são perdidos por lixiviação, desnitrificação, volatilização ou sujeitos à conversão em formas indisponíveis (ROMERO-PERDOMO et al., 2017). Conseqüentemente, isso acaba levando a uma utilização crescente desses fertilizantes sintéticos, o que reduz a fertilidade e a biodiversidade do solo, contamina as águas subterrâneas e, por conseguinte, afeta a saúde humana (KRAISER et al., 2011).

uso indiscriminado de inseticidas aumenta consideravelmente o metabolismo de vários aminoácidos e inibe o metabolismo de alguns carboidratos nas plantas (ZHANG et al., 2022). Além disso, alguns fertilizantes sintéticos nitrogenados, quando absorvidos pelas plantas, podem afetar a fisiologia do vegetal, reduzindo a proteossíntese e acumulando aminoácidos livres e açúcares redutores na seiva das plantas que são utilizáveis pelas pragas (HU et al., 2016; MARTINEZ et al., 2021).

Dentre as pragas do algodoeiro destaca-se o bicudo *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae) como o principal inseto-praga da cultura. A maior parte dos danos causados à cultura ocorre no meio e em porções superiores do dossel da planta e sua presença é identificada através de pequenas perfurações nos botões florais durante a alimentação e/ou oviposição das fêmeas e pela separação das brácteas dos botões florais, causando o amarelecimento e queda dessas estruturas, mas ele também pode atacar maçãs novas, já que possuem superfícies tenras, o que facilita sua alimentação (GABRIEL, 2016).

Sendo assim, o uso de bioinsumos pode contribuir para o meio ambiente, promover um menor uso de

fertilizantes nitrogenados e inseticidas químicos sintéticos. Além disso, seu processo produtivo natural apresenta consigo uma redução do consumo de combustíveis fósseis e de compostos químicos utilizados no processo produtivo dos fertilizantes convencionais (GARRIDO et al., 2019).

Devido à grande importância do bicudo-do-algodoeiro à cotonicultura e buscando alternativas para uma agricultura produtiva e sustentável, a realização desta pesquisa objetivou avaliar a influência da aplicação de bioinsumos na indução de resistência do algodoeiro ao ataque do bicudo e o efeito na produtividade desta cultura em condições semiáridas do Cariri cearense.

## METODOLOGIA

### Locais das pesquisas

As pesquisas foram realizadas em duas áreas experimentais da Embrapa Algodão: uma na Estação experimental de Missão Velha e outra no Sítio Agroecológico em Barbalha, ambas no Estado Ceará.

Na estação experimental, em Missão Velha, localizou-se a 7°13'17" de latitude sul e 39°10'9" de longitude oeste, a uma altitude de 348 metros em relação ao nível do mar. Foi utilizado o algodoeiro herbáceo, *G. hirsutum* L. raça *latifolium* Hutch (cv. BRS 433FL B2RF), sob condições de sequeiro em um solo classificado como Vertissolo de textura argilosa.

manejo da adubação foi realizado levando-se em consideração a análise de fertilidade do solo da área (Tabela 1), sendo aplicados 180 kg/ha de fosfato monoamônio em fundação e 50 kg/ha em cobertura de adubação nitrogenada com ureia.

**Tabela 1** - Resultado da análise de fertilidade do solo da Estação experimental de Missão Velha - CE, 2022.

Profundidade	M.O	pH	P	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	H+Al <sup>+</sup>	SB	CTC
Cm	g/kg		mg dm <sup>-3</sup>	mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>						
0 – 20	10,4	5,5	31	2,10	17,5	6,2	0,94	24,6	26,8	51,4

plântio ocorreu no início de fevereiro e a colheita deu-se no final de julho de 2022, sendo o espaçamento adotado entre fileiras de 0,80 m com oito plantas por metro linear. Os tratos culturais foram realizados de acordo com as recomendações da Embrapa e utilizou-se a aplicação de inseticidas químicos para manter as populações de outros insetos fitófagos abaixo do nível de dano econômico.

delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, com seis tratamentos e seis repetições

totalizando 36 parcelas de 30m<sup>2</sup>. Os tratamentos consistiram do fungo *Beauveria bassiana* - Oligos Biotec<sup>®</sup> (isolado IBCB66), a bactéria *Azospirillum brasilense*, o Fert Bokashi Premium<sup>®</sup>, o Vorax<sup>®</sup> Biofertilizante, o Nuvem<sup>®</sup> (caulim), sendo a adubação nitrogenada com ureia como testemunha referência.

No sítio agroecológico foi realizada a mesma pesquisa, localizado a 7°17'37" de latitude sul e 39°16'11" de longitude oeste, a uma altitude de 382 metros em relação ao nível do mar em Barbalha. Foi utilizado o algodoeiro herbáceo, *G. hirsutum* L. raça *latifolium* Hutch, mesma cultivar de Missão Velha, sob condições de sequeiro em um solo classificado como Neossolo Flúvico.

Não foi realizada nenhuma adubação de fundação, porém sendo feita a análise de fertilidade do solo (Tabela 2), diante disso, as plantas se desenvolveram apenas a partir da fertilidade natural presente no solo e com a disponibilização de nutrientes provenientes da aplicação dos tratamentos.

plantio ocorreu por volta do dia 15 de março e a colheita deu-se no final de agosto de 2022, sendo os tratos culturais realizados de acordo com as recomendações da Embrapa Algodão e não houve aplicação de inseticidas químicos para controlar as populações de insetos-praga. O espaçamento entre fileiras foi de 0,80m com oito plantas por metro linear.

Utilizou-se o mesmo delineamento experimental e os mesmos tratamentos do experimento de Missão Velha.

**Tabela 2** - Resultado da análise de fertilidade do solo do Sítio Agroecológico de Barbalha - CE, 2022.

Profundidade	M.O	pH	P	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	H+Al <sup>+</sup>	SB	CTC
cm	g/kg		mg dm <sup>-3</sup>	mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>						
0 - 20	8,3	6,5	35,0	2,2	23,2	5,2	0,1	3,3	30,7	50,3

### Aplicação dos tratamentos

Inicialmente o Fert Bokashi Premium<sup>®</sup> foi ativado utilizando-se a proporção de 10% do produto comercial, 10% de açúcar mascavo e 80% de água não clorada em um recipiente. Posteriormente, a solução foi homogeneizada, tampada e mantida por cinco dias para devida ativação. A tampa foi aberta uma ou duas vezes ao dia para homogeneização e retirada de gases formados no processo de ativação. Além disso, o biofertilizante armazenado foi utilizado em um período de no máximo 30 dias após a

ativação. O Fert Bokashi Premium® foi pulverizado na dosagem de 5L/ha, iniciando 30 dias após o plantio e repetindo a aplicação a cada 30 dias, totalizando quatro aplicações.

Vorax® Biofertilizante foi pulverizado na dosagem de 100 mL/ha a cada sete dias, iniciando 30 dias após o plantio, totalizando 16 aplicações.

*B. bassiana* foi diluído em água a uma dosagem de 750g/ha para posterior aplicação da solução nas parcelas, iniciando 30 dias após o plantio e repetindo a aplicação a cada 30 dias, totalizando quatro aplicações.

*brasilense* foi aplicada na dosagem de 100 mL/ha e a aplicação foi realizada 30 dias após o plantio e repetiu-se a aplicação a cada 30 dias, totalizando quatro aplicações.

caulim foi aplicado na dosagem de 7,5 kg/ha na superfície das folhas do algodoeiro iniciando 30 dias após o plantio e repetindo a aplicação a cada 30 dias, totalizando quatro aplicações.

A ureia foi aplicada na dosagem de 120 kg/ha em cobertura no solo, iniciando 30 dias após o plantio e repetindo-se essa aplicação a cada 30 dias, seguindo recomendações da Embrapa.

Os tratamentos foram aplicados com o auxílio de um pulverizador costal automático modelo PC 020, da Vonder® que possuía um tanque com capacidade para 20L. As aplicações foram feitas via solo, exceto para o caulim, que foi aplicado via foliar. As aplicações dos tratamentos ocorreram mensalmente, totalizando quatro aplicações, exceto para o biofertilizante Vorax®, que foi aplicado semanalmente, totalizando 16 aplicações.

### **Amostragem do bicudo-do-algodoeiro**

monitoramento do bicudo foi realizado semanalmente ao longo da fase reprodutiva da cultura. Foram amostrados cinco pontos ao longo das fileiras centrais de cada parcela e em cada ponto observou-se as estruturas reprodutivas por planta totalizando cinco plantas por parcela.

A amostragem foi realizada caminhando-se em zig-zag e anotando-se a injúria causada pelo inseto em uma planilha. Foi iniciada por volta dos 50 dias após a emergência das plantas e finalizada antes da colheita. Para a coleta dos dados desprezou-se as bordaduras e consideraram-se apenas as quatro linhas centrais de cada parcela. Após isso, foi estabelecido o critério de severidade em decorrência do cumulativo de infestação e/ou ataque.

As amostragens foram contabilizadas de forma cumulativa somando-se as porcentagens da semana

anterior e foi definida uma ordem crescente denominada de severidade, pois uma vez que o bicudo ataca o botão ou maçã por meio de uma punctura de alimentação ou oviposição, ele causa um dano irreversível aquela estrutura reprodutiva, então o efeito do tratamento foi medido ao longo do tempo.

Análise dos dados

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as suas médias agrupadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade pelo software estatístico SISVAR® (FERREIRA, 2019).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Estação Experimental, as plantas tratadas com o fungo *B. bassiana* foram menos infestadas pelo bicudo quando comparado com a testemunha referência. As plantas tratadas com a ureia foram mais infestadas seguidas pelo caulim, *A. brasilense*, Vorax® e Fert Bokashi Premium® que não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 3).

**Tabela 3** - Porcentagem de severidade de *Anthonomus grandis* no algodoeiro na Estação Experimental de Missão Velha - CE, 2022.

Tratamentos	Severidade (%)
<i>Beauveria bassiana</i>	5,71 c*
Caulim	8,00 b
<i>Azospirillum brasilense</i>	8,00 b
Vorax®	8,57 b
Fert Bokashi Premium®	8,57 b
Ureia	11,43 a
CV (%)	61,46

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

Devido ao modo de aplicação do fungo, via solo, não foi possível estabelecer a causa precisa dessa menor infestação. Entretanto, há indícios de que tenha ocorrido de certa forma, uma indução de resistência sistêmica no algodoeiro sobre o bicudo promovido pelo fungo durante o processo de alimentação e/ou oviposição atacando a geração seguinte ou sobre o desenvolvimento e sobrevivência larval do bicudo nessa descendência de colonização na primeira geração. Há evidências de que esse fungo pode agir de forma endofítica nas plantas, estimulando mecanismos de defesas e promovendo uma resistência induzida (MCKINNON et al., 2017).

Nesta área foi aplicada adubação baseada na análise de solo (Tabela 1), com adubação de fundação e outra de cobertura. Essas boas condições de fertilidade do solo foram favoráveis para o desenvolvimento

e ação do fungo, pois uma nutrição equilibrada, fornecendo a cultura somente o necessário e da forma mais natural possível com adubações orgânicas podem tornar as plantas menos susceptíveis aos insetos. Diversos trabalhos científicos têm demonstrado o potencial que microrganismos endofíticos possuem de promoverem crescimento e/ou suportarem ataques de pragas em plantas tornando-se alternativas viáveis, baseadas em princípios ecológicos em substituição aos inseticidas químicos sintéticos (SANTOS; VARAVALLO, 2011).

Lopez; Sword (2015) avaliando o efeito entomopatogênico de *B. bassiana* no crescimento do algodoeiro *G. hirsutum* e sobre a lagarta *Helicoverpa zea* (Boddie) identificaram que o tratamento com este fungo endofítico aumentou o crescimento do algodoeiro que aumentou a mortalidade das lagartas já que as mesmas não encontraram alimento adequado.

Foi observado também, que nos tratamentos que incidem sobre a fisiologia do algodoeiro ocorreram maiores infestações do bicudo, destacando-se a ureia, em valores absolutos, evidenciando assim, que ocorreu um desbalanço nutricional nas plantas de algodão adubadas de forma convencional que seguiu a recomendação da análise de solo. Esse desbalanço ocorreu devido ao excesso de aminoácidos livres e açúcares redutores no sistema metabólico quando se aplica nitrogênio em excesso na planta, promovendo o aumento da infestação do inseto. Tanto o *A. brasilense*, Vorax<sup>®</sup> e Fert Bokashi Premium<sup>®</sup> nas condições em que a pesquisa foi realizada propiciaram melhores condições para o estabelecimento do bicudo-do-algodoeiro, pelo menos no que se refere à severidade de infestação. Talvez em uma pesquisa futura aumentando o número de aplicações destes bioinsumos possa promover uma maior proteção às plantas do algodoeiro para estas condições.

caulim não age diretamente sobre a fisiologia da planta, contudo devido a suas características físico-químicas e ao seu modo de aplicação na planta, ele pode contribuir para o equilíbrio fisiológico das plantas, pois suas propriedades reflexivas reduzem, na maioria das vezes, queimaduras solares (DINIS et al., 2018). Isto se deve a menor absorção de determinadas faixas de radiação ultravioleta e infravermelha prejudicial às plantas, aumentando a radiação foto-sinteticamente ativa (GLENN, 2016), o que promove a diminuição da temperatura da folha com aumento simultâneo na eficiência fotossintética, provavelmente por diminuir a fotoinibição (SHELLIE; KING, 2013). Além disso, a principal ação básica do caulim contra insetos-praga se deve à sua interferência durante a localização da

planta hospedeira e no processo de aceitação pelo inseto (GUEDES; SILVA; ZANUNCIO, 2019).

Em relação à produtividade da área experimental de Missão Velha, notou-se que os tratamentos diferiram estatisticamente entre si, mas as plantas tratadas com Fert Bokashi Premium<sup>®</sup>, *A. brasilense* e *B. bassiana* foram as mais produtivas quando comparadas com os outros tratamentos. Já no tratamento referência, bem como, nas plantas que foram tratadas com o Vorax<sup>®</sup> e caulim foram estatisticamente semelhantes entre si e as menos produtivas (Tabela 4).

**Tabela 4** - Produtividade do algodoeiro na Estação Experimental de Missão Velha - CE, 2022.

Tratamentos	Produtividade (toneladas de plumas/ha <sup>-1</sup> )
Fert Bokashi Premium <sup>®</sup>	2,7 a*
<i>Azospirillum brasilense</i>	2,6 a
<i>Beauveria bassiana</i>	2,6 a
Ureia	2,3 b
Vorax <sup>®</sup>	2,3 b
Caulim	2,3 b
C.V.(%)	3,3

\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Os dados de produtividade da área experimental de Missão Velha indicam que houve um acréscimo na produtividade média do algodoeiro quando se utilizou o biofertilizante Fert Bokashi Premium<sup>®</sup> em relação à adubação mineral com ureia, sugerindo assim, que esse biofertilizante fornece condições nutricionais adequadas para se obter uma produção elevada, ou seja, o uso do Fert Bokashi Premium<sup>®</sup> ativado aumenta os teores de ferro, potássio e enxofre e contribui com o aumento da produtividade (DORNAS et al., 2020). Observou-se também que mesmo apresentando maior infestação, as plantas tratadas com o Fert Bokashi Premium<sup>®</sup> conseguiram compensar parte das perdas causadas pelo ataque do bicudo, indicando assim que houve maior tolerância ao ataque desta praga.

Este biofertilizante é um adubo composto que contém microrganismos como bactérias, leveduras e actinomicetos, entre outros. É um fermentado com organismos vivos e no seu processo ocorre a produção de ácidos orgânicos, vitaminas, enzimas, aminoácidos e polissacarídeos que são fundamentais para o desenvolvimento vegetal (MAGRINI et al., 2011).

Os resultados encontrados na presente pesquisa corroboram com outros experimentos em que houve um incremento na produtividade média com a utilização deste biofertilizante como os de Ferreira et al.

(2012) que observaram que o uso dele proporcionou uma produtividade elevada do brócolis de cabeça única ‘Lord Summer’ para a primeira colheita e para a segunda, no município de Lavras, Minas Gerais. Observou-se também, que a aplicação de 10 t ha<sup>-1</sup> proporcionou a maior produtividade desta cultura nas condições em que a pesquisa foi realizada (FERREIRA; SOUZA; GOMES, 2013).

No Sítio Agroecológico foi observado que nas plantas tratadas com o Vorax<sup>®</sup> e com o caulim houve uma menor severidade do bicudo-do-algodoeiro, diferindo estatisticamente do tratamento referência, bem como, dos demais tratamentos. Nas plantas que receberam a aplicação da ureia, *A. brasilense*, Fert Bokashi Premium<sup>®</sup> e *B. bassiana* foram observados os maiores níveis de severidade do inseto em relação aos outros tratamentos (Tabela 5).

**Tabela 5** - Porcentagem de severidade de *Anthonomus grandis* no algodoeiro no Sítio Agroecológico de Barbalha - CE, 2022.

Tratamentos	Severidade (%)
Vorax <sup>®</sup>	5,3 c*
Caulim	5,8 c
Ureia	6,3 b
<i>Azospirillum brasilense</i>	7,8 a
Fert Bokashi Premium <sup>®</sup>	8,0 a
<i>Beauveria bassiana</i>	8,7 a
CV (%)	20,87

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

Nota-se que as plantas cultivadas com uso do Vorax<sup>®</sup> toleraram, de modo geral, melhor o ataque do bicudo, quando comparadas com as plantas adubadas com a ureia, indicando um possível efeito tolerante das plantas tratadas com esse bioinsumo e conseqüentemente promovendo maior produtividade (SOARES et al., 2013). O mesmo foi observado nas plantas tratadas com o caulim, que devido a sua coloração branca repele a fêmea do bicudo, evitando a oviposição nos botões florais e dificultando a locomoção do inseto sobre a folha do algodoeiro, evitando ainda mais o ataque do bicudo (SHOWLER, 2002).

Houve preferência do bicudo em se alimentar de plantas cultivadas de forma convencional, sugerindo que há um provável desbalanço nutricional nas plantas de algodão adubadas de tal forma. No caso das plantas tratadas com ureia, observou-se que quando se aplicou nitrogênio ocorreu um aumento da

população do bicudo devido à maior quantidade de aminoácidos livres na seiva e açúcares redutores. Essas condições geralmente favorecem insetos sugadores, mas talvez isso tenha ocorrido também com as larvas recém eclodidas do bicudo-do-algodoeiro.

Nossos resultados corroboram com diversos estudos que demonstram a preferência dos insetos por plantas cultivadas com adubação química, como os de Roel et al. (2017), que observaram que a lagarta *Spodoptera frugiperda* Smith, um inseto mastigador como o bicudo, demonstrou preferência por plantas de milho presentes em parcelas que receberam adubação química, aumentando a incidência e permitindo melhor condição do seu desenvolvimento larval e conseqüentemente, aumentando sua viabilidade como um inseto-praga.

De forma contrária, foi observada menor incidência de ninfas da mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo B (Gennadius) em plantas tratadas com adubação orgânica em cultivo de tomate. Devido à mosca branca se rum inseto picador-sugador a utilização da adubação orgânica propiciou menor densidade de ninfas do que a utilização de adubação mineral (SOARES et al., 2013).

Observou-se também, que a adubação química propiciou maior infestação e desenvolvimento de ovos e ninfas de *B. tabaci* em cultivo de berinjela. De modo contrário, na adubação com a utilização de compostos orgânicos ocorreu à diminuição da população do inseto (ISLAM et al., 2017).

Nas plantas tratadas com o *B. bassiana* observou-se um alto nível de severidade do fitófago, isso provavelmente ocorreu devido ao fungo não ter encontrado boas condições de fertilidade no solo para agir devido a uma menor quantidade de matéria orgânica e menores quantidades de macro nutrientes (Tabela 2) quando comparado com Missão Velha (Tabela 1), que além de apresentar maiores teores destes nutrientes foi aplicado uma adubação de fundação e de cobertura.

Em relação à produtividade média das plantas foi observado que apenas o Vorax<sup>®</sup> teve uma maior contribuição para o incremento da produtividade do algodoeiro. Já as plantas tratadas com ureia, caulim, Fert Bokashi Premium<sup>®</sup> e *B. bassiana* foram, em valores absolutos, menos produtivas, não diferindo estatisticamente da testemunha referência (Tabela 6). Já as tratadas com *A. brasilense* foram menos produtivas ainda.

**Tabela 6** - Produtividade do algodoeiro no Sítio Agroecológico de Barbalha - CE, 2022.

Tratamentos	Produtividade (toneladas de plumas/ha <sup>-1</sup> )
Vorax <sup>®</sup>	0,54 a*
Ureia	0,49 b
Caulim	0,45 b
Fert Bokashi Premium <sup>®</sup>	0,43 b
<i>Beauveria bassiana</i>	0,36 b
<i>Azospirillum brasilense</i>	0,26 c
CV (%)	27,14

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

Vale ressaltar também que houve diferenças relevantes nos valores de produtividade média por hectare entre as áreas de Missão Velha e Barbalha. Essa diferença está diretamente relacionada à ausência da adubação de fundação na área de Barbalha. Ou seja, as plantas de algodoeiro no experimento de Barbalha, se desenvolveram apenas a partir da fertilidade que já existia previamente no solo e com o suporte dos nutrientes oriundos da aplicação dos tratamentos. Isso explica valores tão discrepantes de produtividade entre as áreas avaliadas.

Os resultados indicam que há um acréscimo na produtividade média quando se faz a utilização do Vorax<sup>®</sup> em relação à adubação mineral com ureia. Assim, sugere-se que além do efeito da menor severidade do bicudo, o Vorax<sup>®</sup> fornece ainda condições nutricionais adequadas para alcançar uma boa produtividade, ou seja, o uso dessa adubação potencializa o crescimento das plantas e aumenta a produtividade média por hectare (FERREIRA et al., 2018).

Esse acréscimo na produtividade deve-se a composição deste biofertilizante que possui ação bioestimulante, sendo produzido a partir de um processo envolvendo fermentação biológica do melaço de cana. Ele fornece às plantas ácido L-glutâmico, extrato de algas, glicina, betaína e nitrogênio de forma balanceada, tendo uma alta estabilidade, sendo a sua composição baseada em 4% de nitrogênio (50 g/L<sup>-1</sup> de N), 18% de carbono orgânico total (225 g/L<sup>-1</sup> de COT), 25% de aminoácido ácido L-glutâmico, 1% extrato de alga e 0,5% de tensoativo (MICROQUÍMICA, 2019).

Os resultados encontrados se assemelham com de outras pesquisas indicando um incremento da

produtividade média com a utilização do biofertilizante, pois Silva et al. (2021) relataram incremento no crescimento de ramos e folhas, bem como, alterações metabólicas com a aplicação deste produto, proporcionando um aumento na produtividade média do meloeiro no município de Juazeiro da Bahia. Observou-se também que pulverizações com ele aos 20, 50 e 80 dias após a semeadura, proporcionaram ganhos significativos na produtividade de vagens do amendoim cultivar IAC OL3. Além disso, a aplicação de Vorax<sup>®</sup> (3x) em sulco de plantio proporcionou aumentos significativos de 26 e 24% na produtividade de vagens deste amendoim no município de Ribeirão Preto, São Paulo (BETIOL et al., 2021).

## CONCLUSÕES

Na Estação Experimental de Missão Velha o fungo endófito *Beauveria bassiana* induz a resistência do algodoeiro durante o processo de alimentação e/ou oviposição do bicudo-do-algodoeiro, atacando a geração seguinte ou sobre o desenvolvimento e sobrevivência larval, sendo esta cultura menos atacada pela praga devido às melhores condições de fertilidade do solo da área estudada. Nestas condições, o biofertilizante Fert Bokashi Premium<sup>®</sup> e a bactéria *Azospirillum brasilense* promovem o aumento da produtividade do algodoeiro mesmo as plantas apresentando maior severidade de ataque desta praga, pois o biofertilizante fornece condições nutricionais adequadas para se obter uma produção elevada e as plantas conseguem tolerar o ataque da praga. Já a bactéria promove maior fixação de nitrogênio, crescimento radicular aprimorado e resistência, resultando em um aumento geral na produtividade do algodoeiro já que plantas mais saudáveis e bem nutridas têm maior potencial para produzir colheitas mais abundantes.

No Sítio Agroecológico de Barbalha, embora com baixa fertilidade do solo na área, o Vorax<sup>®</sup> induz resistência ao algodoeiro contra o ataque do bicudo-do-algodoeiro e também aumenta a produtividade média das plantas já que proporciona maior assimilação do nitrogênio e aumento do teor de clorofila que é uma energia extra nos momentos de necessidade e economia para os processos metabólicos do vegetal, além de promover maior brotação das plantas tolerando o ataque da praga.

É necessário que se façam pesquisas futuras aumentando o número de aplicações destes bioinsumos no algodoeiro que possam promover uma maior proteção às plantas tratadas frente ao ataque do bicudo-do-algodoeiro para estas condições estudadas.

## Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de Iniciação Científica do primeiro autor e a Embrapa Algodão pelo apoio técnico e logístico para a realização das pesquisas na estação experimental e no sítio agroecológico.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAPA – Associação brasileira dos produtores de algodão. Abrapa elevou a estimativa de produção da safra de algodão 2022/2023. Disponível em:< <https://abrapa.com.br/2023/10/04/abrapa-elevou-a-estimativa-de-producao-da-safra-de-algodao-2022-2023>>. Acesso em: 05 de fevereiro de 2024.
- Betiol, O. et al. Biofertilizantes pulverizados nas folhas e no sulco de semeadura na cultura do amendoim. *South American Sciences*, 2: e21140, 2021.
- Dinis, L. T. et al. Kaolin modulates ABA and IAA dynamics and physiology of grapevine under Mediterranean summer stress. *Journal of Plant Physiology*, 220: 181-192, 2018.
- Dornas, M. F. et al. Eficiência nutricional e produtividade de milho pelo uso de biofertilizante orgânico. *Uniciências*, 24: 14-19, 2020.
- Ferreira, B. N. et al. Cadeia produtiva do algodão no Brasil. *Research, Society and Development*, 10: e298111031730, 2022.
- Ferreira, D. F. Sisvar: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. *Brazilian Journal of Biometrics*, 37: 529-535, 2019.
- Ferreira, M. M. et al. Crescimento e produtividade do algodoeiro herbáceo submetido à adubação orgânica. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, 8: 52-61, 2018.
- Ferreira, S. et al. Avaliação da adição de bokashi no cultivo de brócolis Lord Summer. *Revista Agrogeoambiental*, 4: 3, 2012.
- Ferreira, S.; Souza, R. J.; Gomes, L. A. A. Produtividade de brócolis de verão com diferentes doses de bokashi. *Revista Agrogeoambiental*, 5: 31-38, 2013.
- Gabriel, D. O bicudo do algodoeiro. Instituto Biológico - APTA. *Documento Técnico*, 25: 1-20, 2016.
- Garrido, E. C. et al. Tecnologias para a Produção de Biofertilizantes: tendências e oportunidades. *Cadernos de Prospecção*, 12: 665-679, 2019.



- Glenn, D. M. Effect of highly processed calcined kaolin residues on apple water use efficiency. *Scientia Horticulturae*, 205: 127–132, 2016.
- Guedes, V. S.; Silva, C. A. D.; Zanuncio, J. C. Survival, development and reproduction of *Phenacoccus solenopsis* (Hemiptera: Pseudococcidae) on kaolin-treated cotton. *Brazilian Journal of Biology*, 80: 711-716, 2019.
- Hu, X. F. et al. Effects of different fertilization practices on the incidence of rice pests and diseases: A three-year case study in Shanghai, in subtropical southeastern China. *Field Crops Research*, 196: 33-50, 2016.
- Islam, M. D. N. et al. High Level of Nitrogen Makes Tomato Plants Releasing Less Volatiles and Attracting More *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). *Frontiers in Plant Science*, 8: 466, 2017.
- Kraiser, T. et al. A holistic view of nitrogen acquisition in plants. *Journal of Experimental Botany*, 62: 1455-1466, 2011.
- Lopez, D. C.; Sword, G. A. The endophytic fungal entomopathogens *Beauveria bassiana* and *Purpureocillium lilacinum* enhance the growth of cultivated cotton (*Gossypium hirsutum*) and negatively affect survival of the cotton bollworm (*Helicoverpa zea*). *Biological Control*, 89: 53-60, 2015.
- Mckinnon, A. C. et al. *Beauveria bassiana* as an endophyte: a critical review on associated methodology and biocontrol potential. *BioControl*, 62: 1-17, 2017.
- Magrini, F. E. et al. Características químicas e avaliação microbiológica de diferentes fases de maturação do biofertilizante Bokashi. *Agrarian*, 4: 146-151, 2011.
- Martinez, D. A. et al. When the Medicine Feeds the Problem: Do Nitrogen Fertilisers and Pesticides Enhance the Nutritional Quality of Crops for Their Pests and Pathogens?. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5: e701310, 2021.
- MICROQUÍMICA. 2019. Vorax: Especificações Técnicas. Disponível em: <<https://www.microquimica.com/site/produtos/49/vorax>>. Acessado em: 10 de dezembro de 2022.
- Roel, A. R. et al. Ocorrência em campo e desenvolvimento em laboratório de *Spodoptera frugiperda* (J.

- E. Smith) (Noctuidae) em milho com adubação orgânica e química. *Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias*, 10: 67-73, 2017.
- Romero-Perdomo, F. et al. *Azotobacter chroococcum* as a potentially useful bacterial biofertilizer for cotton (*Gossypium hirsutum*): Effect in reducing N fertilization. *Revista Argentina de Microbiología*, 49: 377-383, 2017.
- Rossi, A. C. M.; Souza, E.; Silva, M. Reguladores de crescimento na cultura do algodão (*Gossypium hirsutum* L.). *Research, Society and Development*, 9: e821997951, 2020.
- Santos, T. T.; Varavallo, M. A. *Semina: Ciências Biológicas e da Saúde*, 32: 199-212, 2011.
- Shellie, K. C.; King, B. A. Kaolin particle film and water deficit influence malbec leaf and berry temperature, pigments, and photosynthesis. *American Journal of Enology and Viticulture*, 64: 223-230, 2013.
- Showler, A. T. Effects of kaolin-based particle film application on boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) injury to cotton. *Journal of Economic Entomology*, 95: 754-762, 2002.
- Silva, J. L. da. et al. Growth and metabolic change of the muskmelon fertilized with biofertilizer commercials. *Green Journal of Agroecology and Sustainable Development*, 16: 137-144, 2021.
- Soares, C.G. et al. Distribuição de Mosca Branca em Tomateiro Fertilizado com Adubação Mineral e Orgânica em Ambiente Protegido. *Revista Caatinga*, 26: 43-48, 2013.
- Zhang, Y. et al. Metabolic disturbance in lettuce (*Lactuca sativa*) plants triggered by imidacloprid and fenvalerate. *Science of The Total Environment*, 802: 149764, 2022.