

## TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

### IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- Tese (doutorado)  Artigo científico  
 Dissertação (mestrado)  Capítulo de livro  
 Monografia (especialização)  Livro  
 TCC (graduação)  Trabalho apresentado em evento
- Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Indiane Mirelle Ferreira Santos

Matrícula:

2022202331540012

Título do trabalho:

SUPLEMENTAÇÃO FOLIAR COM AMINOÁCIDOS: IMPACTOS NO METABOLISMO DA CLOROFILA E NA PRODUTIVIDADE DO ALGODÃO HERBÁCEO

### RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial:  Não  Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano:  /  /

O documento está sujeito a registro de patente?  Sim  Não

O documento pode vir a ser publicado como livro?  Sim  Não

### DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Documento assinado digitalmente  
 INDIANE MIRELLE FERREIRA SANTOS  
Data: 28/05/2026 10:41:20-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Rio Verde

Local


2 / 5 / 26

Data

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)

Documento assinado digitalmente  
 SILVIA SANIELLE COSTA DE OLIVEIRA  
Data: 28/05/2026 10:15:21-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 30/2026 - GE-IP/CMPIPR/IFGOIANO

## PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO

### ATA Nº 123 (CENTO E VINTE E UM) BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Ao primeiro dia do mês de abril do ano de dois mil e vinte e seis, às 15h00min (quinze horas), reuniram-se os componentes da banca examinadora em sessão pública realizada por videoconferência, para procederem a avaliação da defesa de Dissertação, em nível de mestrado, de autoria de **INDIANE MIRELLE FERREIRA SANTOS**, discente do Programa de Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde. A sessão foi aberta pela presidente da Banca Examinadora, Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Silvia Sanielle Costa de Oliveira, que fez a apresentação formal dos membros da Banca. A palavra, a seguir, foi concedida à autora da Dissertação que, em 30 min, procedeu a apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da banca arguiu o examinado, tendo-se adotado o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se a avaliação da defesa. Tendo-se em vista as normas que regulamentam o Programa de Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos, e procedida às correções recomendadas, a Dissertação foi **APROVADA**, considerando-se integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de **MESTRE EM BIOENERGIA E GRÃOS**, na área de concentração Agroenergia, pelo Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde. A conclusão do curso dar-se-á quando da entrega na secretaria do PPGBG da versão definitiva da Dissertação, com as devidas correções. Assim sendo, a defesa perderá a validade, se não cumprida essa condição, em até **60 (sessenta) dias** da sua ocorrência. A Banca Examinadora recomendou a publicação dos artigos científicos oriundos dessa Dissertação em periódicos de circulação nacional e/ou internacional, após procedida as modificações sugeridas. Cumpridas as formalidades da pauta, a presidência da mesa encerrou esta sessão de defesa de Dissertação de Mestrado, e para constar, foi lavrada a presente Ata, que, após lida e achada conforme, será assinada eletronicamente pelos membros da Banca Examinadora.

Membros da Banca Examinadora

Nome	Instituição	Situação no Programa
Silvia Sanielle Costa de Oliveira	IF Goiano – Campus Iporá	Presidente
Vanessa de Fátima Grah Ponciano	IF Goiano – Campus Iporá	Membro externo
Aurélio Rúbio Neto	IF Goiano – Campus Rio Verde	Membro interno

Documento assinado eletronicamente por:

- **Silvia Sanielle Costa de Oliveira**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLÓGICO , em 07/04/2026 10:39:38.
- **Vanessa de Fatima Grah Ponciano**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLÓGICO , em 28/05/2026 10:24:18.
- **Aurelio Rubio Neto**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLÓGICO , em 28/05/2026 10:34:31.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 07/04/2026. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 807956  
Código de Autenticação: 8f9ed4693d



**SUPLEMENTAÇÃO FOLIAR COM AMINOÁCIDOS: IMPACTOS NO  
METABOLISMO DA CLOROFILA E NA PRODUTIVIDADE DO  
ALGODÃO HERBÁCEO**

Por

**INDIANE MIRELLE FERREIRA SANTOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Bioenergia e Grãos.

Rio Verde - GO

2026

**SUPLEMENTAÇÃO FOLIAR COM AMINOÁCIDOS: IMPACTOS NO**

**METABOLISMO DA CLOROFILA E NA PRODUTIVIDADE DO  
ALGODÃO HERBÁCEO**

Por

**INDIANE MIRELLE FERREIRA SANTOS**

Orientador, Prof. Dr. Silvia Sanielle Costa de Oliveira – IF Goiano / Campus  
Iporá-GO

Rio Verde - GO

Março/2026

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre guiar meus passos e ter me proporcionado saúde, sabedoria e força para superar as dificuldades durante o período cursado e de realização do trabalho.

Em especial, aos meus pais, Alailton Santos e Maria Santos e ao meu marido Leandro Santos por estarem ao meu lado nos momentos mais difíceis, por ter me incentivado e me ajudado, sem medir esforços, para que eu conseguisse concluir mais uma etapa na minha carreira.

A minha orientadora Silvia Sanielle Costa de Oliveira, por toda a dedicação e compreensão: deixo aqui o meu muito obrigado por compartilharem seus conhecimentos e sua experiência comigo. Obrigado pela imensa paciência nesses anos trabalhando juntos.

Aos meus amigos e colegas, que contribuíram para que a conclusão fosse possível. Em especial a: Gustavo Henrique Bernardes Cruvinel, Leandro Antonio da Silva, Ereni Silva de Jesus e Sabrina Cabral França.

Ao grupo de pesquisa Cerrado Verde, pela dedicação dos alunos e professores participantes deste maravilhoso grupo.

A todos que, de forma direta ou indireta, me incentivaram a concluir este mestrado.

Ao Instituto Federal Goiano, pela oportunidade de ter mais um curso: o Mestrado Profissional em Bioenergia e Grãos.

À empresa FERTILIZER Agrosiences, pela oportunidade e parceria.

Agradeço.

## SUMÁRIO

Páginas

1. Introdução.....	07
2. Revisão de Literatura.....	09
2.1 A cultura do Algodoeiro.....	09
2.2 Bioestimulantes e Aminoácidos.....	11
3. Material e Métodos.....	16
4. Resultados e Discussões.....	19
5. Conclusões.....	26
6. Referências Bibliográficas.....	27

**SUPLEMENTAÇÃO FOLIAR COM AMINOÁCIDOS: IMPACTOS NO  
METABOLISMO DA CLOROFILA E NA PRODUTIVIDADE DO ALGODÃO  
HERBÁCEO**

por

INDIANE MIRELLE FERREIRA SANTOS

(Sob orientação do Prof. Dr. Silvia Sanielle Costa de Oliveira – IF Goiano, Campus Iporá)

**RESUMO**

O algodão é de grande relevância econômica e histórica, amplamente cultivado em mais de 70 países e responsável por movimentar bilhões de dólares no comércio internacional. No Brasil, sua produtividade tem aumentado devido ao uso de cultivares mais eficientes e práticas de manejo aprimoradas, embora solos de baixa fertilidade, como os do Cerrado, constituam um desafio. Nesse contexto, a adubação foliar, especialmente quando combinada a aminoácidos, surge como alternativa promissora por melhorar a absorção de nutrientes, a tolerância a estresses e o desempenho produtivo das plantas. Assim, objetivou-se avaliar o efeito da aplicação foliar de bioestimulante contendo aminoácidos sobre características fisiológicas e produtivas do algodoeiro. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com seis doses de Bioestimulante (0, 200, 400, 600, 800 e 1000 ml ha<sup>-1</sup>), aplicadas no florescimento (R1). Foram avaliados índice SPAD, matéria seca, número de capulhos por planta e produtividade. De modo geral, as doses de bioestimulante demonstraram potencial para melhorar o desempenho fisiológico e produtivo do algodoeiro quando aplicados em doses adequadas e, conclui-se portanto, que a aplicação de bioestimulante melhora desempenho do algodoeiro, com recomendação entre 600 e 800 mL ha<sup>-1</sup>.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Gossypium hirsutum* L.; Bioinsumo, algodoeiro, Produtividade.

# FOLIAR AMINO ACID SUPPLEMENTATION: IMPACTS ON CHLOROPHYLL METABOLISM AND UPLAND COTTON YIELD

CULTIVATION

por

INDIANE MIRELLE FERREIRA SANTOS

(Sob orientação do Prof. Dr. Silvia Sanielle Costa de Oliveira – IF Goiano, Campus Iporá)

## ABSTRACT

Herbaceous cotton is a crop of considerable economic and historical importance, widely cultivated in over 70 countries and responsible for generating billions of dollars in international trade. In Brazil, cotton productivity has increased due to the adoption of more efficient cultivars and improved management practices; however, low-fertility soils, such as those prevalent in the Cerrado region, remain a significant constraint. In this context, foliar fertilization, particularly when associated with amino acids, has emerged as a promising strategy, as it enhances nutrient uptake, improves stress tolerance, and promotes plant productivity.

Therefore, this study aimed to evaluate the effects of foliar application of an amino acid-based biostimulant on the physiological and yield-related characteristics of cotton plants. The experiment was conducted using a randomized complete block design, with six treatments and four replications. Treatments consisted of six doses of an amino acid-based biostimulant (0, 200, 400, 600, 800, and 1000 mL ha<sup>-1</sup>), applied via foliar spraying at the flowering phenological stage (R1). The cotton cultivar used was FM 975 WS.

The evaluated variables included SPAD index, dry matter accumulation, number of bolls per plant, and yield. Overall, the application of biostimulants showed potential to enhance both physiological performance and yield of cotton plants when applied at appropriate rates. It can be concluded that foliar application of the biostimulant improves cotton performance, with recommended application rates ranging from 600 to 800 mL ha<sup>-1</sup>.

**KEYWORDS:** *Gossypium hirsutum* L., Bioinput, Productivity.

## 1. INTRODUÇÃO

O algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.), denominado como algodão anual, é uma das principais espécies cultivadas para produção de fibras, sendo explorada em regiões tropicais e subtropicais (Queiroz *et al.* 2017). No Brasil, os índios já possuíam conhecimento sobre essa cultura mesmo antes do descobrimento do país, sendo eficazes na utilização do algodão para a produção de redes e cobertores, além da inclusão da planta em sua alimentação e no tratamento de ferimentos (AMPA, 2018).

Atualmente, o algodão é cultivado em mais de 70 países, nos cinco continentes, desempenhando importante papel na economia global (Carvalho *et al.* 2019). Além disso, o comércio mundial do algodão movimentava cerca de US\$ 14 bilhões anualmente e envolve mais de 350 milhões de pessoas em sua produção, desde as fazendas, descaroçamento, processamento e embalagem (ABRAPA, 2025).

A produção de algodão, na safra 2023/2024, é estimada em 3,6 milhões de toneladas, crescimento de 24% em relação ao ciclo anterior, a previsão de produtividade é de 1.800 Kg/ha - a segunda maior da história (ABRAPA, 2025). O Brasil destaca-se como quarto maior produtor para a temporada atual – 2022/23 e maior exportador com estimativa de exportação de 2,2 (mil toneladas) 2023/24 (ABRAPA, 2025). Os maiores produtores nacionais de algodão são os estados de Mato Grosso, Bahia, Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso do Sul (CONAB, 2024).

A produtividade média do algodão brasileiro tem crescido em função da utilização de cultivares mais produtivos, maior rendimento de beneficiamento e programas de adubação mais eficientes (Souza 2018). Segundo Rosolem, Guaggio e Silva (2001), a adubação adequada regulariza o ciclo e o tamanho das plantas, aumenta o peso médio dos capulhos e das sementes e melhora certas qualidades da fibra, como o comprimento e a maturidade.

Por esse motivo, o cultivo em regiões com solo de baixa fertilidade, como solos de Cerrado, pode reduzir de forma significativa a produtividade da cultura (Malavolta, 2006). De acordo com recentes estudos, como o de Sousa *et al.* (2021), os solos típicos do Cerrado brasileiro são geralmente ácidos e de baixa fertilidade natural. No entanto, a adubação foliar surge como estratégia complementar à adubação convencional no solo, especialmente quando associada a aminoácidos, auxiliando no suprimento de nutrientes essenciais para as culturas, garantindo melhor eficiência nutricional.

Segundo Fageria *et al.* (2014), a adubação foliar é particularmente importante em solos de baixa fertilidade (como solos de Cerrado) ou em condições climáticas que limitam a

absorção radicular, permitindo que a planta tenha acesso rápido a esses nutrientes e, conseqüentemente, melhore a sua nutrição e crescimento. Neste sentido, a aplicação direta nas folhas permite absorção mais eficiente dos nutrientes, resultando em melhor crescimento e desenvolvimento das raízes, flores e vagens (Silva et al. 2016).

A adubação foliar não só promove maior acúmulo de nutrientes nas plantas, como também pode melhorar a qualidade dos componentes produtivos, influenciando aspectos como o tamanho, a composição nutricional e o rendimento de produção (Costa *et al.* 2015). Assim, na prática torna-se ferramenta essencial para o manejo nutricional do algodão, promovendo uma produção mais eficiente e sustentável.

Embora não se tenham muitos dados sobre a absorção de aminoácidos via foliar, Castro (2019) relata a importância destes na absorção e transporte dos nutrientes minerais através da membrana celular, visto que, as formulações organominerais, nas quais os nutrientes estão ligados a compostos orgânicos, tais como aminoácidos e proteínas de origem vegetal, representam a última geração de fertilizantes foliares no mercado. Além disso, os aminoácidos favorecem a nutrição da planta, através de uma redução do gasto de energia para a síntese de proteínas.

As plantas produzem naturalmente 20 aminoácidos essenciais, cada um com concentrações e funções específicas. No entanto, fatores como estresse hídrico, pragas e doenças podem prejudicar essa produção ou torná-la insuficiente para o desenvolvimento eficiente das plantas. Os aminoácidos desempenham funções cruciais, como a síntese de proteínas, o efeito complexante de nutrientes, o aumento da resistência a estresses hídricos e térmicos, a maior tolerância a pragas e doenças, e a atuação como intermediários na produção de hormônios vegetais (Mórgor, 2015).

Em situações de estresse, como altas temperaturas, ataque de pragas, doenças e estresse hídrico, as plantas podem produzir moléculas reativas de oxigênio (EROs) que, em excesso, causam danos às células (Taiz & Zeiger, 2017). Alguns aminoácidos, como glicina, fenilalanina, cisteína e glutamato atuam controlando a produção destas moléculas, por meio da redução de radicais livres e osmoproteção (Teixeira et al. 2017). Os aminoácidos também agem como precursores de hormônios, como é o caso do triptofano, que atua como precursor da auxina (ácido indolacético), responsável pelo crescimento vegetal. Já a metionina é precursora do etileno, que é responsável pela senescência vegetal e maturação dos frutos (Neves, 2018).

Apesar da relevância da adubação foliar de aminoácidos, não foram encontrados

trabalhos na literatura sobre o uso de aminoácidos na adubação foliar de algodão. Segundo Castro et al. (2018), em função dos efeitos dos aminoácidos e das dificuldades em se determinar seus modos de ação sobre as plantas, deve-se aumentar as pesquisas com esses compostos para melhor estabelecer a eficiência dos mesmos na produção agrícola, e nesse caso na produção de algodão. O objetivo foi avaliar o efeito da aplicação foliar de bioestimulante contendo aminoácidos sobre características fisiológicas e produtivas do algodoeiro.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 A Cultura do algodoeiro:**

O algodoeiro é uma planta com hábito de crescimento indeterminado, cuja altura varia entre 60 e 100 cm, o caule com poucas ramificações, perfazendo o meristema apical principal, com dois tipos de ramificações, determinados de ramos reprodutivos ou simpodiais e ramos vegetativos ou monopodiais, suas folhas são tri ou pentalobadas e raiz pivotante, que pode chegar a 2,50 m de profundidade, a depender das condições edafoclimáticas (Borém & Freire, 2014).

Por ser uma planta considerada parcialmente autógama, possuindo um sistema reprodutivo considerado misto, com flores hermafroditas, com variação entre as cores creme e/ou amarelada, seu sistema reprodutivo é considerado misto, com flores hermafroditas, desta forma, parte de suas sementes são provenientes de autofecundação, sendo a taxa de cruzamento natural variável, dependendo das condições ambientais e da presença de agentes polinizadores das cultivares. O conhecimento da taxa de cruzamento do algodoeiro torna-se importante, influenciando diretamente na escolha dos métodos de melhoramento (Carvalho, 1993).

O Brasil encontra-se entre os principais produtores mundiais de algodão, sendo o primeiro lugar em produtividade em sistema produtivo do tipo sequeiro, além disso o país se destaca como o maior exportador mundial de fibra e um dos maiores consumidores de algodão em pluma, com um consumo de aproximadamente 800 mil toneladas em 2022, valor esse superior ao exercício do ano de 2021, estando entre os primeiros no ranking internacional (ABRAPA, 2025).

O algodoeiro herbáceo é, dentre as culturas produtoras de fibra, a de maior importância global. O principal produto do algodoeiro é a fibra, que, com 94% de celulose em sua composição, representa 35% a 45% da produção total, abastecendo 50% do mercado mundial

de fibras têxteis (Santos *et al.* 2008). Essa matéria-prima decorre por diversos processos físicos e químicos na cadeia têxtil como a fiação, tecelagem ou malharia, beneficiamento e confecção até chegar no consumidor final. (Lavrati, 2022).

A modernização do setor agrícola, com o uso de tecnologias mais eficientes, permitiu que o Brasil superasse desafios antigos relacionados à produtividade e à sustentabilidade. A intensificação do uso de práticas agrícolas sustentáveis e a adoção de variedades de algodão mais resistentes contribuíram para a melhoria da produção, o que é destacado por autores como Silva (2020), que ressalta o impacto positivo da agricultura de precisão no cultivo do algodão. Além disso, a cultura do algodão no Brasil tem um papel importante na geração de empregos, especialmente nas áreas rurais, fortalecendo a economia local e nacional (ABRAPA, 2025).

No cultivo de algodão, além da água, fatores endógenos como a produção de aminoácidos, proteínas e hormônios desempenham um papel crucial no crescimento e desenvolvimento das plantas. Nesse contexto, os bioestimulantes à base de aminoácidos têm se mostrado eficazes para promover um crescimento mais equilibrado, direcionando o desenvolvimento vegetal para uma maior produtividade e melhoria da qualidade final das culturas. Segundo estudos recentes, a aplicação desses bioestimulantes pode otimizar processos fisiológicos, como a fotossíntese e a absorção de nutrientes, contribuindo para uma agricultura mais sustentável e eficiente (Souza *et al.* 2023).

Os bioestimulantes vegetais são compostos orgânicos, naturais ou sintéticos, que não são produzidos pela planta, tendo diferentes origens e que apresentam ação parecida à dos hormônios (Bulgari *et al.* 2015). Podem ser aplicados em diferentes órgãos das plantas (folhas, sementes, frutos), tendo a finalidade de aumentar a produtividade, melhorar a qualidade e facilitar a colheita (Yakhin *et al.* 2017). O uso destes produtos pode promover melhor desenvolvimento do sistema radicular. Assim, há um aumento na capacidade de absorção de nutrientes e água, refletindo no desenvolvimento e na produtividade da cultura (Canellas *et al.* 2015).

## **2.2 Bioestimulantes e Aminoácidos**

Os bioestimulantes são definidos como mistura de reguladores vegetais ou biorreguladores com outras substâncias, como: sais minerais, extratos de algas, microrganismos e aminoácidos (Dabadia, 2015). Estes compostos, quando aplicados à planta, podem promover alterações estruturais, melhorias na produtividade e na qualidade do produto

(Vendruscolo et al. 2017). Tais substâncias podem ser aplicadas via tratamento de sementes, sulco e pulverizações foliares. As aplicações são eficientes quando aplicadas em doses baixas, atuando em diversos processos metabólicos da planta, favorecendo a expressão do potencial genético, promovendo o equilíbrio hormonal e estimulando o crescimento radicular (Ramos et al. 2015).

Os estimulantes de crescimento auxiliam na maior absorção de água e nutrientes, proporcionando menor impacto quando da ocorrência de períodos de deficiência hídrica no decorrer do ciclo da cultura (Rodrigues et al. 2015). A aplicação de bioestimulantes nos estádios iniciais de desenvolvimento da planta pode também conferir maior resistência a insetos-pragas, doenças e nematoides. Assim, o estabelecimento mais rápido e uniforme das plantas acarreta bom desempenho na absorção de nutrientes e, conseqüentemente, no seu potencial produtivo (Lana et al. 2009).

Nesse contexto, os bioestimulantes à base de aminoácidos têm se mostrado eficazes para promover um crescimento mais equilibrado, direcionando o desenvolvimento vegetal para uma maior produtividade e melhoria da qualidade final das culturas. Segundo estudos recentes, a aplicação desses bioestimulantes pode otimizar processos fisiológicos, como a fotossíntese e a absorção de nutrientes, contribuindo para uma agricultura mais sustentável e eficiente (Souza *et al.* 2023).

Os bioestimulantes vegetais são compostos orgânicos, naturais ou sintéticos, que não são produzidos pela planta, tendo diferentes origens e que apresentam ação parecida à dos hormônios (Bulgari *et al.* 2015).

Podem ser aplicados em diferentes órgãos das plantas (folhas, sementes, frutos), tendo a finalidade de aumentar a produtividade, melhorar a qualidade e facilitar a colheita (Yakhin *et al.* 2017). O uso destes produtos pode promover melhor desenvolvimento do sistema radicular. Assim, há um aumento na capacidade de absorção de nutrientes e água, refletindo no desenvolvimento e na produtividade da cultura (Canellas *et al.* 2015).

Segundo Frasca et al. (2020), os bioestimulantes atuam melhorando a eficiência da nutrição; na tolerância aos estresses, sejam bióticos ou abióticos; e na melhora das características de qualidade das plantas. São responsáveis também por estimularem uma maior divisão, alongação e diferenciação celular, maior crescimento vegetal, aumentando conseqüentemente a capacidade de absorção de água e nutrientes, o que resulta em uma planta com maior potencial produtivo. Também atuam na formação de enzimas, produção de hormônios e clorofilas, e no transporte e armazenamento de nitrogênio.

No Brasil, os bioestimulantes são divididos em categorias, sendo elas: substâncias húmicas, materiais orgânicos complexos, elementos químicos benéficos, sais inorgânicos, extratos de algas marinhas, derivados de quitina e quitosana, antitranspirantes, aminoácidos livres e substâncias que contêm N. As fontes mais usadas são: as de substâncias húmicas, extratos de algas, micronutrientes, reguladores de crescimento vegetal e aminoácidos (Silva 2019).

Os aminoácidos vêm sendo amplamente utilizados na agricultura e muitas empresas têm investido em produtos que contenham o mesmo em sua composição. Porém, ainda há muitas controvérsias sobre sua influência na produtividade final. Os aminoácidos são ácidos orgânicos, com moléculas formadas por um mais grupamento amina. Estão envolvidos no metabolismo primário e secundário das plantas, participando da síntese de vários compostos que influenciam diretamente na produção (Gallo 2012).

Existem 20 aminoácidos essenciais para as plantas, dos quais cada um possui concentrações e funções distintas. As plantas produzem estes aminoácidos de forma natural, no entanto, devido a fatores como estresse hídrico e ataque de pragas e doenças, esta produção pode ser prejudicada ou, ainda, a produção natural pode não ser suficiente para o desenvolvimento eficiente das plantas frente a estas intempéries. As principais funções dos aminoácidos são síntese de proteínas, efeito complexante de nutrientes, maior resistência a estresse hídrico e a altas temperaturas, maior tolerância ao ataque de pragas e doenças e compostos intermediários de hormônios vegetais endógenos (Mórgor, 2015).

Os aminoácidos também agem como precursores de hormônios, como é o caso do triptofano, que atua como precursor da auxina (ácido indolacético), responsável pelo crescimento vegetal. Já a metionina é precursora do etileno, que é responsável pela senescência vegetal e maturação dos frutos (Neves 2018).

Há aminoácidos que atuam na complexação de nutrientes, como o Cu (cobre), Zn (Zinco), Mn (manganês) e Fe (ferro), protegendo e aumentando a disponibilidade dos mesmos para a planta, que possuem funções essenciais. O  $Zn^{2+}$  participa da síntese de triptofano, que é precursor das auxinas; o  $Cu^{2+}$  atua no transporte de elétrons do fotossistema I. Lisina, glutamato, cisteína, histidina e glicina são utilizadas como quelato com micronutrientes. A glicina, além de ter uso como quelatizante, é também fonte de N (Fagan 2015).

Gallo (2012) refere-se a um ponto de grande relevância: as funções dos aminoácidos durante o desenvolvimento da planta. Ele sugere que os aminoácidos podem ser requeridos em quantidades diferentes, nos vários estádios de desenvolvimento das plantas. Na fase

reprodutiva de arroz, esta demanda mais prolina que outros aminoácidos; já na fase de plântula, demanda mais por ácido aspártico e ácido glutâmico, demonstrando a importância do uso destes produtos de forma estratégica nos diferentes estádios da planta, com o intuito de manter em pleno funcionamento seu metabolismo (Haque et al. 1971).

Atualmente a agricultura tem se expandido para regiões mais baixas, com maiores riscos de exposição a veranicos e altas temperaturas. Sabe-se que, quando as plantas são submetidas a estes tipos de estresse hídrico, elas acumulam o ácido abscísico (ABA), que é responsável por regular a abertura e fechamento dos estômatos, como resposta à deficiência hídrica, para evitar a perda de água em condições de falta de umidade no solo. A aplicação de bioestimulante possibilita ativar vias de produção de ABA, proporcionando, à planta, mais tolerância ao estresse hídrico (Shukla et al. 2018).

Também há inúmeros resultados da influência dos bioestimulantes sobre a qualidade de sementes. Há estudos que demonstram que o uso de aminoácidos via tratamento de sementes pode aumentar a germinação e propiciar o desenvolvimento de um sistema radicular mais bem desenvolvido. Pesquisas mostram também que os aminoácidos propiciam maior enchimento de grãos, conseqüentemente, desenvolvendo sementes com maior peso, resultando em uma melhor produtividade e possivelmente em maior vigor (Araújo et al. 2008, Carvalho et al. 2009, Correia & Durigan 2009, Carvalho et al. 2010).

A utilização de aminoácidos em cultivos de algodão tem ganhado destaque como uma estratégia eficaz para melhorar o crescimento, a produtividade e a qualidade das fibras. Os aminoácidos atuam como precursores de proteínas e hormônios vegetais, essenciais para processos fisiológicos como a fotossíntese, a divisão celular e a resistência ao estresse abiótico. Estudos recentes demonstram que a aplicação de bioestimulantes à base de aminoácidos pode aumentar a eficiência no uso de nutrientes, como nitrogênio e fósforo, além de promover um desenvolvimento mais equilibrado das plantas. Isso é particularmente relevante em condições de estresse hídrico ou térmico, comuns em regiões produtoras de algodão, como o Cerrado brasileiro (Souza *et al.* 2023).

Além disso, a aplicação de aminoácidos tem sido associada à melhoria da qualidade das fibras de algodão, um fator crucial para atender às exigências do mercado internacional. Pesquisas indicam que o uso desses compostos pode aumentar o comprimento, a resistência e a maturidade das fibras, características altamente valorizadas pela indústria têxtil. A adoção dessa prática também contribui para uma agricultura mais sustentável, reduzindo a dependência de fertilizantes sintéticos e minimizando impactos ambientais. Portanto, a

integração de aminoácidos no manejo do algodão representa uma abordagem promissora para aliar produtividade e sustentabilidade (Oliveira *et al.* 2022).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no campo experimental da Fazenda Escola do Instituto Federal Goiano, localizada no município de Iporá – GO (16°15'S, 51°12'W e 611 m de altitude). O clima da região, segundo classificação de Köppen-Geiger (1900), adaptada por Cardoso et al. 2014, é do tipo Aw, clima tropical com duas estações bem definidas: seca e chuvosa. A duração do período seco é de cinco meses, sendo a temperatura média anual de 24 °C a precipitação média anual de 1.613 mm.

O solo utilizado foi classificado como Neossolo Litólico distrófico; SANTOS et al. 2018), com predominância de brita quartzosa (2,0 a 20,0 mm); os atributos químicos e composição granulométrica são apresentados na Tabela 1 (TEIXEIRA et al. 2017).

Tabela 1. Atributos químicos e composição granulométrica de um quartzo lítico.

Layer cm	pH CaCl <sub>2</sub>	OM g dm <sup>3</sup>	P <sub>mehlich-1</sub> mg dm <sup>3</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al -----cmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup> -----	K	Ca	Mg	S	B	Zn	CEC	BS	AS
0-20	5.6	16	1.5	0	2.4	0.4	3.5	1.7	2	0.05	0.7	8	70	0
20-40	4.7	10	0.7	0.1	2.4	0.2	1.8	0.9	1	0.03	0.1	6.3	46	3.5

CTC = capacidade de troca catiônica em pH 7,0; SB = saturação por bases; AS = saturação de alumínio; MO = matéria orgânica

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram compostos por seis doses de Bioestimulante à base de aminoácidos (0, 200, 400, 600, 800 e 1000 mL ha<sup>-1</sup>), aplicadas via pulverização foliar no estágio fenológico: florescimento (R1). A cultivar de algodão utilizada foi a FM 975 WS.

O Bioestimulante à base de aminoácidos utilizado foi o Speed Advantage®, que é um produto da empresa Fertilizer Agrosiences. Possui, em sua composição, alta concentração de carbono orgânico (COT), aminoácidos e nitrogênio (N) [Quadros 1 e 2].

Quadro 1: Aminograma do Speed Advantage®

<b>Aminoácido Principal</b>	<b>Concentração (%)</b>	<b>Função Fisiológica Estratégica</b>
<b>Ácido Glutâmico</b>	5,05%	Central na assimilação de Nitrogênio e síntese de novos aminoácidos.
<b>Glicina</b>	4,75%	Agente quelatizante e precursor da síntese de clorofila.
<b>Metionina</b>	4,68%	Precursora do etileno; regula maturação e senescência.
<b>Alanina</b>	2,69%	Melhora a eficiência no transporte metabólico de nitrogênio.
<b>Ácido Aspártico</b>	2,08%	Fundamental na translocação de N e metabolismo inicial.
<b>Arginina</b>	2,01%	Reserva de nitrogênio e precursora de poliaminas (tolerância ao estresse).
<b>Leucina</b>	1,24%	Associada à síntese proteica e vigor vegetativo.
<b>Triptofano</b>	1,10%	Precursor da Auxina (AIA); essencial para alongamento celular e raízes.
<b>Serina</b>	0,92%	Atua na estabilidade celular e resposta à fotorrespiração.

<b>Valina</b>	0,92%	Importante no metabolismo energético e respostas a estresses abióticos.
---------------	-------	---

Quadro 2: Composição do Speed Advantage®

Elementos	p/p	p/v
Nitrogênio solúvel em água	4,00 %	50,00 g/l
Carbono Orgânico Total (COT)	15,00 %	187,50 g/l

Densidade: 1,25 g/cm<sup>3</sup>.

Cada parcela foi constituída por quatro linhas de dois metros, excluindo duas linhas laterais usadas como bordadura com espaçamentos 0,9 m entre linhas e aproximadamente 10 sementes por metro linear em população final média de 60 mil plantas ha<sup>-1</sup>. As avaliações foram realizadas nas quatro fileiras centrais, Cada parcela experimental foi composta por seis linhas espaçadas em 0,6 m, com 2,5 m de comprimento, totalizando 9 m<sup>2</sup>, com aproximadamente 10 sementes por metro, resultando em população final média de 60 mil plantas ha<sup>-1</sup>. As avaliações foram realizadas nas duas fileiras centrais, deixando-se 0,5 m de bordadura nas extremidades.

A semeadura e adubação de base foram realizadas de forma manual e no mesmo período. A adubação de base na semeadura foi composta por 24, 84 e 48 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente, e a adubação de cobertura foi realizada aos 25 dias após a emergência das plântulas, com aplicação de 75 e 70 kg ha<sup>-1</sup> de N e K<sub>2</sub>O, respectivamente. Essas duas adubações foram realizadas conforme recomendações de Sousa e Lobato (2004).

O controle de plantas daninhas durante o ciclo da cultura foi realizado por meio de capina manual. Houve a necessidade de realizar suplementação hídrica por meio de molhamento do solo utilizado um sistema de irrigação por gotejamento, com o propósito de garantir a germinação, emergência e estabelecimento da cultura no campo.

A aplicação das doses foi realizada com pulverizador costal pressurizado a CO<sub>2</sub>, equipado com barra de pulverização de 2 metros com 4 bicos com pontas DG11002, mantidas em pressão constante (210 kPa) e vazão de aplicação de 200 L ha<sup>-1</sup>.

Em seguida, aos trinta dias após a aplicação dos tratamentos, foram avaliados o índice SPAD de clorofila na folha +3 e matéria seca da parte aérea das plantas, através da coleta de

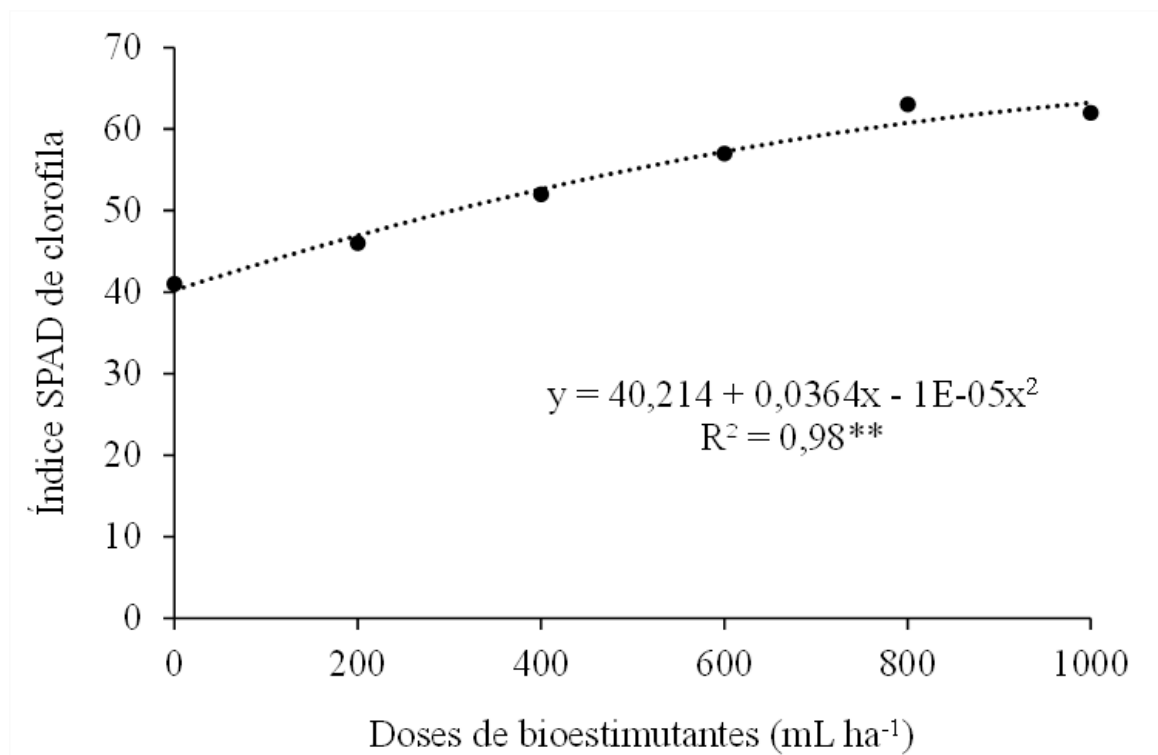
três plantas por parcela, que serão trituradas e em seguida levadas para secagem em estufa de ventilação forçada até atingirem peso constante em balança analítica.

No estágio de maturação fisiológica, foram avaliados número de capulhos por planta e massa de 20 capulhos com auxílio de balança digital, tanto os resultados da matéria seca de plantas quanto da massa de capulhos (kg.ha<sup>-1</sup>).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, sendo as comparações de variâncias dos tratamentos, ao nível de 5% de probabilidade. Já os efeitos das doses de bioestimulante, foram determinadas através de análise de regressão polinomial.

#### **4. RESULTADO E DISCUSSÃO**

Na avaliação do índice SPAD de clorofila em função das doses de bioestimulantes aplicadas, observou-se incrementos significativos (Figura 1) atingindo ponto máximo com X mL.ha<sup>-1</sup> sendo o modelo quadrático o que melhor explicou a resposta fisiológica das plantas às doses avaliadas. O ajuste quadrático é característico de respostas fisiológicas a insumos bioativos, em que os ganhos iniciais tendem a ser acentuados, mas diminuem à medida que a planta atinge níveis próximos ao ótimo fisiológico (Nardi et al., 2016).



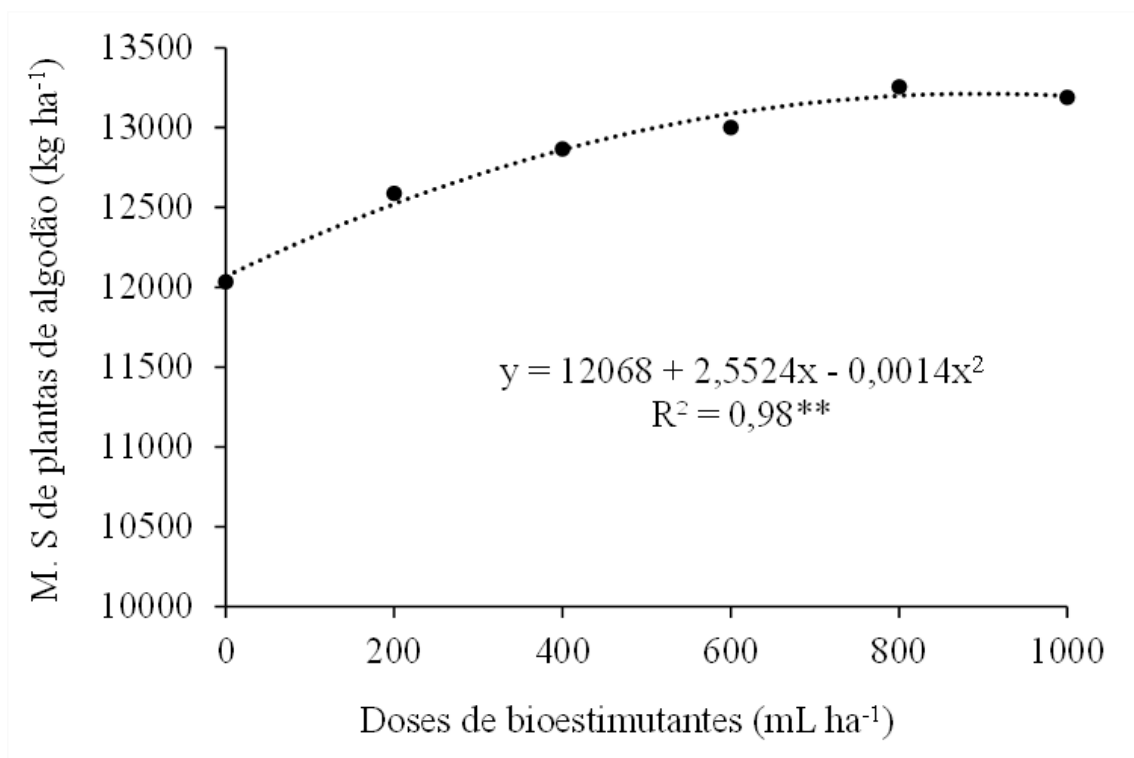
**Figura 1.** Índice SPAD de clorofila de plantas de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) após a aplicação de doses de Bioestimulante (peed Advantage®) à base de aminoácidos no estágio fenológico R1 (Florescimento). Iporá – GO 2025.

Houve aumento do índice SPAD proporcionalmente ao aumento das doses de bioestimulantes, demonstrando maior acúmulo de clorofila pelas plantas, o que pode indicar melhoria no estado nutricional e fisiológico do vegetal. Esse efeito está associado ao papel dos bioestimulantes no estímulo à síntese de aminoácidos, ao incremento da atividade enzimática e à maior eficiência na absorção e assimilação de nutrientes, especialmente nitrogênio, elemento diretamente relacionado à formação de clorofila (Calvo; Nelson; Kloepper, 2014; Du Jardin, 2015).

A resposta crescente dos índices de clorofila com o aumento das doses de aplicação dos bioestimulantes corrobora com resultados culturas como milho, feijão e algodão, nos quais bioestimulantes contendo aminoácidos, extratos de algas ou ácidos húmicos promoveram incremento significativo nos teores de clorofila e na taxa fotossintética (Lucini et al., 2018; Ertani et al., 2014). Além disso, o aumento do índice SPAD tem sido consistentemente associado a maior eficiência fotossintética, incremento na produção de fotoassimilados e, conseqüentemente, potencial elevação da produtividade (Richardson et al., 2002).

Para a massa seca das plantas de algodão, observou-se aumentos progressivos conforme

elevaram-se as doses de bioestimulantes aplicadas (Figura 2). A produção inicial aproximada de 12.068 kg ha<sup>-1</sup> na ausência do produto, proporcionou crescimento contínuo até atingir o ponto aproximado de 13.200 kg ha<sup>-1</sup> na dose de 911mL.ha<sup>-1</sup>. Representando ganho aproximado de 9% comparado ao controle. A consistência da resposta, aliada ao adequado ajuste estatístico do modelo quadrático, evidenciam que o bioestimulante promoveu incremento no crescimento vegetativo do algodoeiro, com tendência de estabilização nas doses mais elevadas.



**Figura 2.** Matéria seca de plantas de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) (kg ha<sup>-1</sup>), após a aplicação de doses de Bioestimulante à base de aminoácidos no estágio fenológico R1 (Florescimento). Iporá – GO 2025.

O aumento da matéria seca verificado com o uso crescente de bioestimulantes evidenciou sua capacidade de estimular o crescimento vegetal por meio de mecanismos associados à ativação metabólica, ao melhor aproveitamento de nutrientes e à modulação hormonal. Ingredientes ativos presentes nesses produtos, como aminoácidos, o triptofano é um aminoácido essencial no metabolismo vegetal, atuando como precursor da biossíntese de auxinas, especialmente o ácido indolacético (IAA), responsável pela regulação do crescimento e desenvolvimento das plantas. Sua atuação está relacionada ao alongamento celular,

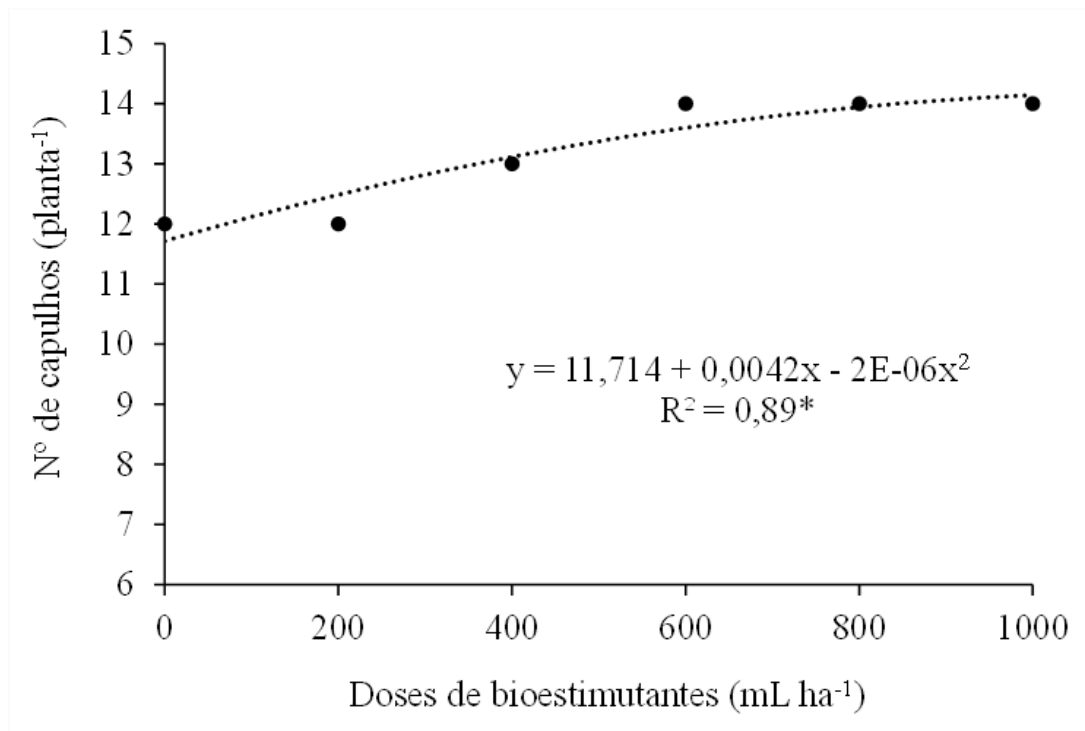
desenvolvimento radicular e aumento do vigor vegetativo. Além disso, contribui diretamente para a tolerância a estresses abióticos e participa da síntese de compostos do metabolismo secundário. Desta forma, o triptofano desempenha papel importante na melhoria do desempenho fisiológico e produtivo das plantas. A leucina é aminoácido associado à síntese de proteínas e à regulação do crescimento e desenvolvimento das plantas. Sua presença contribui para a formação de enzimas e estruturas celulares, favorecendo o crescimento vegetativo, também participa de processos relacionados ao metabolismo energético e pode auxiliar na resposta a estresses abióticos melhorando o desempenho fisiológico e produtivo das plantas.

O ácido glutâmico é o aminoácido fundamental no metabolismo vegetal, atuando como peça central na assimilação e redistribuição de nitrogênio nas plantas. Está diretamente envolvido na síntese de outros aminoácidos, proteínas e compostos essenciais ao crescimento. Além disso, participa da regulação de processos fisiológicos, como o desenvolvimento vegetativo e a sinalização metabólica, podendo também contribuir para a tolerância a estresses abióticos. Os extratos de algas e substâncias húmicas, são amplamente reconhecidos por melhorar processos ligados ao metabolismo primário e ao desenvolvimento da biomassa, conforme relatado em diferentes culturas (Du Jardin, 2015; Calvo, Nelson & Kloepper, 2014).

Resultados foram observados em experimentos com milho, feijão e algodão, nos quais bioestimulantes aumentaram a expansão foliar, a atividade fotossintética e o acúmulo de biomassa, reforçando a coerência dos dados obtidos no presente estudo (Ertani et al., 2014; Lucini et al., 2015). No algodoeiro, tais efeitos refletem-se em plantas mais vigorosas e com maior potencial de formação reprodutiva, características desejáveis para elevados níveis de produtividade (Oosterhuis, 2001; Kumar; Sharma; Pal 2012).

A tendência de estabilização nas maiores doses sugere que a planta atinge ponto próximo ao máximo fisiológico, além do qual incrementos adicionais no bioestimulante oferecem benefícios. Esse comportamento é comum em respostas a insumos bioativos, cujos efeitos são mais expressivos até determinado limite metabólico (Nardi et al., 2016).

O número de capulhos por planta aumentou em função das doses de bioestimulantes aplicadas (Figura 3). Os valores iniciais, de 12 capulhos por planta na ausência do produto, aumentaram até aproximadamente 14 capulhos por planta nas doses mais elevadas (entre 600 e 1000 mL ha<sup>-1</sup>). O ajuste da curva evidenciou incremento progressivo seguido de tendência de haver uma queda após o ponto máximo, indicando proximidade de um ponto de máxima eficiência fisiológica.



**Figura 3.** Número de capulho por planta de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) após a aplicação de doses de Bioestimulante à base de aminoácidos no estágio fenológico R1 (Florescimento). Iporá – GO 2026.

O aumento no número de capulhos observado com as doses crescentes de bioestimulantes sugere que esses insumos favoreceram processos essenciais à formação e retenção dos órgãos reprodutivos. Os aminoácidos desempenham papel fundamental na qualidade da fibra do algodão, uma vez que estão diretamente envolvidos na síntese de proteínas, no metabolismo celular e na regulação do crescimento das fibras. Compostos como ácido glutâmico, ácido aspártico e alanina atuam na assimilação e transporte de nitrogênio, favorecendo o desenvolvimento celular. Aminoácidos como glicina, serina e cistina contribuem para a formação estrutural e estabilidade das células, refletindo em fibras mais resistentes. Já a leucina, isoleucina e valina participam da síntese proteica e do metabolismo energético, auxiliando no crescimento uniforme das fibras.

Além disso, prolina e arginina estão associadas à tolerância a estresses, ajudando a manter o desenvolvimento da fibra mesmo em condições adversas. Fenilalanina e tirosina atuam na formação de compostos secundários importantes para a integridade celular. O triptofano, por sua vez, influencia o crescimento por ser precursor de auxinas, impactando o

alongamento das fibras. Metionina participa da síntese de etileno, relacionado à maturação, enquanto histidina, treonina e ornitina contribuem para processos metabólicos essenciais ao desenvolvimento. Dessa forma, o conjunto desses aminoácidos promove melhor formação, alongamento, resistência e uniformidade das fibras, resultando em maior qualidade final do algodão.

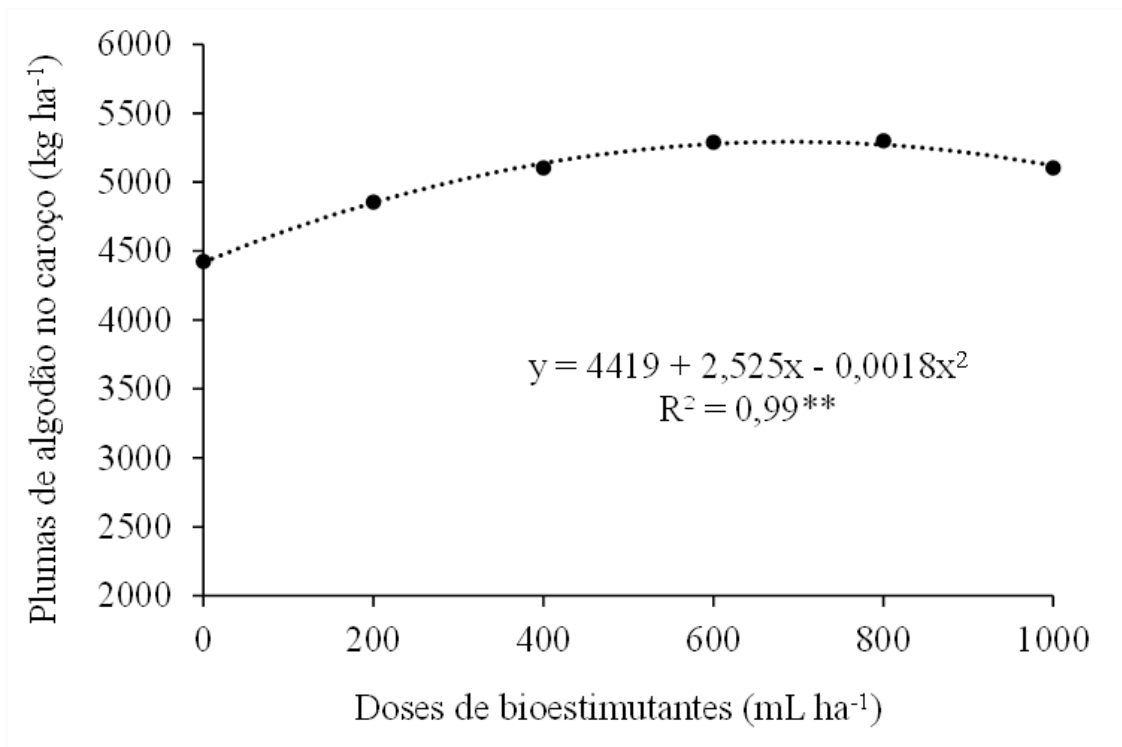
Os bioestimulantes atuam principalmente na melhoria do vigor vegetativo, no aumento da atividade fotossintética e na otimização do balanço hormonal, fatores que contribuem diretamente para a diferenciação floral e a fixação dos frutos (Yakhin *et al.* 2017). A ampliação do potencial reprodutivo do algodoeiro está frequentemente associada ao melhor suprimento metabólico e à redução dos efeitos de estresses bióticos e abióticos, aspectos influenciados positivamente por diversas categorias de bioinsumos (Van Oosten *et al.* 2017).

Em culturas perenes e anuais, resultados semelhantes têm sido relatados, demonstrando que bioestimulantes elevam a taxa de frutificação, melhoram o pegamento de estruturas reprodutivas e aumentam o rendimento final de produção, como evidenciado em estudos com tomate, algodão e pimentão (Bulgari *et al.* 2015; Ruzzi & Aroca, 2015).

No algodoeiro especificamente, incremento no número de capulhos está diretamente relacionado ao aumento da produtividade, visto que cada capulho representa uma unidade reprodutiva de importância econômica; portanto, melhorias nesse atributo refletem maior eficiência fisiológica ao longo do ciclo (Gwathmey & Clement, 2010).

A tendência de estabilização das respostas nas doses mais elevadas indica que, embora o bioestimulante tenha favorecido a formação de capulhos, a planta atinge um limite no qual incrementos adicionais deixam de resultar em aumentos significativos no rendimento reprodutivo, ocorrendo uma queda devido ao excesso na planta. Esse comportamento é amplamente discutido na literatura é comum em respostas de plantas a bioinsumos devido à saturação metabólica ou à limitação por outros fatores de crescimento (Rouphael & Colla, 2020).

O aumento das doses de bioestimulantes promoveu efeitos positivos sobre a produtividade de pluma de algodão no caroço (Figura 4). Observou-se que a resposta quanto a variável produtividade houve aumento progressivo, atingindo máximo (5304 kg.ha<sup>-1</sup>) quanto utilizou-se 700 mL ha<sup>-1</sup>.. Representando ganho de 20% comparado ao controle.



**Figura 4.** Produtividade de pluma de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) no caroço, após a aplicação de doses de Bioestimulante à base de aminoácidos no estágio fenológico R1 (Florescimento). Iporá – GO 2025.

O padrão de resposta observado é coerente com o princípio fisiológico dos bioestimulantes, que atuam modulando rotas metabólicas relacionadas ao crescimento vegetativo e reprodutivo, resultando em maior eficiência no uso de nutrientes e no estabelecimento de estruturas reprodutivas, conforme relatado para culturas de fibras e grãos (Calvo, Nelson & Kloepper, 2014). O aumento progressivo da produtividade até doses intermediárias sugere que os compostos bioativos presentes na formulação, comumente aminoácidos, extratos vegetais ou reguladores naturais, potencializam processos como fotossíntese, alongamento celular e maior tolerância a estresses abióticos (Yakhin *et al.* 2017).

Para o algodoeiro, estudos demonstram que o excesso de substâncias bioativas pode comprometer o balanço hormonal, limitar o crescimento radicular ou afetar a alocação de fotoassimilados, resultando em menor produtividade (Gonçalves *et al.* 2022). Assim, a faixa entre 600 e 800 mL ha<sup>-1</sup> nesse estudo, representou o intervalo agrônômico ótimo, no qual os bioestimulantes maximizam o desenvolvimento reprodutivo sem exceder a capacidade metabólica da planta.

Esse tipo de resposta tem sido reportado em pesquisas recentes envolvendo bioinsumos

em algodoeiro, que destacam ganhos produtivos significativos quando utilizados em doses ajustadas ao estágio fenológico e às condições ambientais (Silva *et al.* 2021). Portanto, os resultados evidenciam que o uso criterioso de bioestimulantes pode ser uma ferramenta agrônômica eficiente para elevar a produtividade da cultura, desde que se respeite o limite de resposta da planta.

A aplicação de bioestimulantes à base de aminoácidos no estágio R1 do algodoeiro promoveu melhorias expressivas nos componentes fisiológicos e produtivos da cultura. Houve incrementos significativos no índice SPAD, na matéria seca e no número de capulhos por planta, indicando maior acúmulo de clorofila, intensificação da atividade metabólica e melhor desempenho reprodutivo. Esses efeitos evidenciam que o produto favoreceu tanto o crescimento vegetativo quanto os processos relacionados à formação e retenção de estruturas reprodutivas, ampliando o potencial produtivo do algodoeiro sob as condições avaliadas.

## 5. CONCLUSÃO

A aplicação de bioestimulante promoveu ganhos de 9-20% no desempenho do algodoeiro, com recomendação entre 700 e 900 mL ha<sup>-1</sup>.

A intervenção no florescimento aumenta a retenção de estruturas reprodutivas, eleva a produtividade e reduz riscos edafoclimáticos, contribuindo para a sustentabilidade econômica da cultura.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**Associação Brasileira de Produtores de Algodão - ABRAPA.** Relatório de Safra Principais indicadores do algodão brasileiro Disponível em: <[https://www.abrapa.com.br/\\_layouts/15/osssearchresults.aspx?u=https%3A%2F%2Fwww%2Eabrapa%2Ecom%2Ebr&k=15%20de%20julho#k=Algod%C3%A3o%2FBrasil%20%7C%20Safra%202021%2F22#s=11](https://www.abrapa.com.br/_layouts/15/osssearchresults.aspx?u=https%3A%2F%2Fwww%2Eabrapa%2Ecom%2Ebr&k=15%20de%20julho#k=Algod%C3%A3o%2FBrasil%20%7C%20Safra%202021%2F22#s=11)>. Dez de 2025.

**Associação Mato-grossense dos Produtores de Algodão - AMPA.** História do Algodão. Disponível em: <<https://ampa.com.br/historia-do-algodao/>> Dez de 2024.

- Araújo, G. A. A.; Silva, A. A.; Thomas, A.; Rocha, P. R. R. 2008.** Misturas de herbicidas com adubo foliar contendo micronutrientes na cultura do feijão. *Planta Daninha*, 1:237-247.
- Borém, A.; Freire, E. C. 2014.** Algodão do plantio a colheita. Viçosa: UFV, 2014. 312 p.
- Bulgari, R.; Cocetta, G.; Trivellini, A.; Vernieri, P.; Ferrante, A. 2015.** Biostimulantes and crop responses: A review. *Biological Agriculture and Horticulture*, 31:117-117.
- Canellas, L. P.; Olivares, F. L.; Aguiar, N. O.; Jones, D. L.; Nebbioso, A.; Mazzei, P.; Piccolo, A. 2015.** Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, 96:15-27.
- Calvo, P.; Nelson, L.; Kloepper, J. W. 2014.** Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant and Soil*, 383:3–41.
- Carvalho, S. J. P.; Dias, A. C. R.; Shiomi, G. M.; P. J. Christoffoleti, P. J 2010.** Adição simultânea de sulfato de amônio e ureia à calda de pulverização do herbicida clethodim. *Planta Daninha*, 28:575-584.
- Carvalho, S. J. P. V.; Damin, A. C. R.; Dias, M.; Melo, S. C.; Nicolai, M.; Christoffoleti, P. J. 2009.** Dessecação de plantas daninhas com glyphosate em mistura com ureia ou sulfato de amônio. *Planta Daninha*, 27:353-361.
- Carvalho, L. P. 1993.** Divergência genética e análise dialélica de *Gossypium hirsutum* L. var. latifolium Hutch. Viçosa, 1993. 203f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento). Universidade Federal de Viçosa.
- Castro, P.R.C.** Princípios da adubação foliar. Jaboticabal: FUNEP, 2019. 42 p.
- Castro, P. R. C.; Serciloto, C. M.; Pereira, M. A.; Rodrigues, J. L. M.** Utilização de fosfitos e potencial de aplicação dos aminoácidos na agricultura tropical. Piracicaba: ESALQ, DIBD, 2018. 71 p. (Série Produtor Rural, 38).

- Cedergreen, N. 2014.** Understanding hormesis in plants: the dose-response mechanism revealed. *Pest Management Science*, 70(3):306–314.
- Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB.** Acompanhamento da safra brasileira  
Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/infoagro/safras/graos>>. Dez de 2022.
- Correia, N. M.; J. C. Durigan, 2009.** Glyphosate e adubação foliar com aminoácidos na cultura da soja transgênica. *Planta Daninha*. 27:721-727.
- Costa, J. C.; Pereira, G. P.; Sousa, A. L. 2015.** Effects of foliar application of micronutrients on peanut quality and yield. *Field Crops Research*, 179:87-94.
- Dabadia, A. C. A. 2015.** Uso de bioestimulante na assimilação do nitrato e nos caracteres agronômicos em feijoeiro. *Cultura Agronômica, Ilha Solteira*, 4:321-332.
- Du Jardin, P. 2015.** Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*, 196:3–14.
- Ertani, A.; Cavani, L.; Pizzeghello, D. 2013.** Biostimulant-like activity of two protein hydrolysates in the growth and nitrogen metabolism of maize seedlings. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 176:1–11.
- Fagan, E. B.; E. O.; Ono, J. D.; Rodrigues, A.; Chalfun Júnior, D. Dourado Neto. 2015.** Citocininas. In: *Fisiologia Vegetal: Reguladores Vegetais*. São Paulo: Organização Andrei Editora LTDA., 111-128.
- Fageria, N. K.; Baligar, V. C.; Clark, R. B. 2014.** Micronutrients in crop production. *Advances in Agronomy*, 64:233-278.
- Frasca, L. L. M., Nascente, A. S., Lanna, A. C., Carvalho, M. C. S., Costa, G. G. 2020.** Bioestimulantes no crescimento vegetal e desempenho agronômico do feijão-comum

de ciclo superprecoce. *Agrarian*, 13:47, 27-41.

**Gallo, L. A.; Basso, L. C. 2012.** Fundamentos de Bioquímica para Ciências Biológicas.

**Gonçalves, C. G.; Oliveira, F. A.; Souza, S. R. 2022.** Bioestimulantes no algodoeiro: respostas fisiológicas e produtivas. *Revista de Ciências Agrárias*, 45(2):221–230.

**Gwathmey, C. O.; Clement, J. D. 2010.** Alteration of cotton source sink relations with plant population density and mepiquat chloride. *Field Crops Research*, 119:101–107.

**Haque, R.; and William R. C. 1971.** Adsorption of isocil and bromacil from aqueous solution onto some mineral surfaces. *Envir. Scie & Technology*. 2:139-141.

**Rouphael, Y.; Colla, G. 2020.** Biostimulants in agriculture. *Frontiers in Plant Science*, 11:40–56.

**Lana, R. M. Q.; Lana, A. M. Q.; Gozuen, C. F.; Bonotto, I.; Trevisan, L. R. 2009.** Aplicação de reguladores de crescimento na cultura do feijoeiro. *Bioscience Journal*, Uberlândia, 25:13-20.

**Lavrati, G. 2017.** Tendência Global de Desenvolvimento Sustentável e a Cadeia Produtiva do Algodão Orgânico. Blumenau, 2022. 57f. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal de Santa Catarina. 68 LIMA, M.T.V., MEIRELES, A.C.M., OLIVEIRA, C.W., NASCIMENTO, M.T.B., 2017. Koppen-Geiger and Thornthwaite climatic classification for the metropolitan region of the Cariri, Ceará. *Revista GEAMA*, 3:136–143.

**Lucini, L.; Rouphael, Y.; Cardarelli, M.; Bonini, P.; Baffi, C.; Colla, G. 2018.** Amino acids and plant-derived protein hydrolysates enhance nitrogen assimilation and chlorophyll synthesis in greenhouse crops. *Frontiers in Plant Science*, 9:1236.

**Kumar, K.; Sharma, S.; Pal, R. 2012.** Effect of biostimulants on growth and productivity of cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Journal of Cotton Research and Development*,

26(1):60–64.

**Malavolta, E.** Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006. 638p.

**Mógor, A.F. 2015.** Fertilizantes foliares complexados com aminoácidos ajudam corrigir carências nutricionais em plantas. Agrolink com inf. de assessoria Disponível em [https://www.agrolink.com.br/noticias/fertilizantes-foliares-complexados-com-aminoacidos-ajudam-a-corrigir-carencias-nutricionais-em-plantas\\_344608.html](https://www.agrolink.com.br/noticias/fertilizantes-foliares-complexados-com-aminoacidos-ajudam-a-corrigir-carencias-nutricionais-em-plantas_344608.html)

**Nardi, S.; Pizzeghello, D.; Schiavon, M.; Ertani, A. 2016.** Plant biostimulants and their mechanisms of action in plants. *Biology and Fertility of Soils*, 52:11–23.

**Neves, L. C. 2018.** Manual pós-colheita da fruticultura brasileira. SciELO-EDUEL.

**Oliveira, J. P.; Costa, M. F.; Santos, A. B. 2022.** Aminoácidos como bioestimulantes na cultura do algodão: efeitos fisiológicos e agronômicos. *Journal of Plant Nutrition*, v. 45, n. 8, p. 1123-1135, 2022. Disponível em: [www.journalofplantnutrition.com/artigos/aminoacidos-algodao](http://www.journalofplantnutrition.com/artigos/aminoacidos-algodao)

**Oosterhuis, D. M. 2001.** Physiology and nutrition of high yielding cotton. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 13(3):290–298.

**Queiroz, D. R.; Farias, F. J. C.; Vasconcelos, J. J. C.; Carvalho, L. P.; Neder, D. G.; Souza, L. S. S.; Farias, F. C.; Teodoro, P. E. 2017.** Diallel analysis for agronomic traits in upland cotton in semi-arid zones in Brazil. *Genetics and Molecular Research*, 16:3, 1-8.

**Ramos, A. R.; Binotti, F. F. S.; Silva, T. R.; Silva, U. R. 2015.** Bioestimulante no condicionamento fisiológico e tratamento de sementes de feijão. *Revista Biociências*, Taubaté, 21:76-88.

**Richardson, A. D.; Duigan, S. P.; Berlyn, G. P. 2002.** An evaluation of noninvasive methods

to estimate foliar chlorophyll content. *New Phytologist*, 153:185–194.

- Rodrigues, L. A.; Batista, M. S.; Alvarez, R. C. F.; Lima, S. F.; Alves, C. Z. 2015.** Avaliação fisiológica de sementes de arroz submetidas a doses de bioestimulante. *Revista Nucleus*, Ituverava, 12.
- Ruzzi, M.; Aroca, R. 2015.** Plant growth-promoting rhizobacteria act as biostimulants. *Horticulturae*, 1:52–70.
- Santos, R. F. dos; Koury, J.; Santos, J. W. 2008.** O Agronegócio do algodão crise e recuperação no mercado brasileiro da matéria-prima agrícola. In: BELTRÃO, N. E. de M.; AZEVEDO, D. M. P. de (Org.). *O agronegócio do algodão no Brasil*. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. v. 1, p. 31-60.
- Shukla, P. S.; K, Shotton, E.; Norman, W.; Neily, A. T.; Critchley, B.; Prithviraj. 2018.** Seaweed extract improve drought tolerance of soybean by regulating stress-response genes. *AOB Plants*, 10.
- Silva, A. F.; Ferreira, L. F.; Moraes, W. B. 2021.** Desempenho agrônômico do algodoeiro submetido ao uso de bioinsumos. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, 15(4):2878–2890.
- Silva, E. M.; Martins, A. L.; Santos, J. D. 2016.** Foliar fertilization for improving peanut yield under different climatic conditions. *Agronomy Journal*, 108(3):1075-1084.
- Silva, J.** *O Impacto da Agricultura de Precisão na Produtividade do Algodão no Brasil*. São Paulo: Editora Agrícola. 2020.
- Souza, C. A.; Silva, L. M.; Oliveira, R. T. 2023.** Bioestimulantes no cultivo de algodão: impactos na produtividade e qualidade da fibra. *Revista Brasileira de Agricultura Sustentável*, 12:3, 45-58.

- Souza, T. A. F. 2018.** Crescimento do algodão colorido em função da aplicação foliar de N e B. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA 4., SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 1., 2010, João Pessoa. Anais... Campina Grande: EMBRAPA ALGODÃO, p. 535-539.
- Van Oosten, M. J.; Pepe, O.; De Pascale, S.; Silletti, S.; Maggio, A. 2017.** The role of biostimulants and bioeffectors as alleviators of abiotic stress in crop plants. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 4:1–12.
- Vendruscolo, E. P.; Rabelo, R. S.; Campos, L. F. C.; Martins, A. P. B.; Sememsato, L.R.; Seleguini, A. 2017.** Alterações físico-químicas em frutos de melão rendilhado sob aplicação de bioestimulante. *Revista colombiana de ciências hortícolas*, Tunja Boyacá, 11:459-463.
- Taiz, L.; Zeiger, E.** *Fisiologia vegetal*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888p.
- Teixeira, W. F; Fagan, E. B.; Soares, L. H.; Umburanas, R. C.; Reichardt, K.; Dourado Neto, D. 2017.** Foliar and seed application of amino acids affects the antioxidant metabolism of the soybean crop. *Frontiers in Plant Sciec.* 8:1-14.
- Yakhin, O. I.; Lubyaynov, A. A.; Yakhin, I. A.; Brown, P. H. 2017.** Biostimulants in plant science: A global perspective. *Frontiers in Plant Science*, 7:2049.