



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

**RESPOSTA MORFOFISIOLÓGICA DO ALGODOEIRO (*Gossypium hirsutum* L.) À
APLICAÇÃO DE GLIFOSATO E BIOESTIMULANTE NO DESENVOLVIMENTO
INICIAL**

Emanuelle Dias Stoco

Orientador: Prof. Dr. Elson Barbosa da Silva Júnior
Co-Orientador: Prof. Dr. Renan Souza Silva

Posse – GO
2025

Emanuelle Dias Stoco

**RESPOSTA MORFOFISIOLÓGICA DO ALGODOEIRO (*Gossypium hirsutum* L.) À
APLICAÇÃO DE GLIFOSATO E BIOESTIMULANTE NO DESENVOLVIMENTO
INICIAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto Federal Goiano – Campus Posse,
como requisito parcial para obtenção do título
de Bacharelado em Agronomia.

Orientação: Prof. Dr. Elson Barbosa da Silva
Júnior

Co-Orientador: Prof. Dr. Renan Souza Silva

**Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema Integrado de Bibliotecas do IF Goiano - SIBi**

S866 Dias Stoco, Emanuelle
RESPOSTA MORFOFISIOLÓGICA DO ALGODOEIRO
(Gossypium hirsutum L.) À APLICAÇÃO DE GLIFOSATO E
BIOESTIMULANTE NO DESENVOLVIMENTO INICIAL /
Emanuelle Dias Stoco. Posse 2025.

40f. il.

Orientador: Prof. Dr. Elson Barbosa da Silva Junior.
Coorientador: Prof. Dr. Renan Souza Silva.
Tcc (Bacharel) - Instituto Federal Goiano, curso de 0720024 -
Bacharelado em Agronomia - Posse (Campus Posse).
1. Ciências Agrárias. 2. Agronomia. 3. Fitotecnia. I. Título.

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO

PARADISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS

NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base 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)
☐ Dissertação (mestrado)
☐ Monografia (especialização)
☒ TCC (graduação)

- ☐ Artigo científico
☐ Capítulo de livro
☐ Livro
☐ Trabalho apresentado em evento

☐ Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Emanuelle Dias Stoco

Matrícula:

2021107200240130

Título do trabalho:

RESPOSTA MORFOFISIOLÓGICA DO ALGODOEIRO (*Gossypium hirsutum* L.) À APLICAÇÃO DE GLIFOSATO E BIOESTIMULANTE NO DESENVOLVIMENTO INICIAL

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: ☒ Não ☐ Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 26 / 09 / 2025

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 inclusos 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
 EMANUELLE DIAS STOCO
Data: 26/09/2025 14:29:05-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Posse, Goiás

Local

26 / 09 / 2025

Data

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)

Documento assinado digitalmente



ELSON BARBOSA DA SILVA JUNIOR

Data: 26/09/2025 14:37:03-0300

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 12/2025 - CCBAGR-POS/CE-POS/GE-POS/CMPPPOS/IFGOIANO

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Aos dezesseis dias do mês de setembro do ano de dois mil e vinte cinco, realizou-se a defesa de Trabalho de Curso da acadêmica Emanuelle Dias Stoco, do Curso de Bacharel em Agronomia, matrícula 2021107200240130, cuja monografia intitula-se RESPOSTA MORFOFISIOLÓGICA DO ALGODOEIRO (*Gossypium hirsutum* L.) A APLICAÇÃO DE GLIFOSATO E BIOESTIMULANTE NO DESENVOLVIMENTO INICIAL. A defesa iniciou-se às 08 horas e 34 minutos, finalizando-se às 10 horas e 43 minutos. Após apresentação do Trabalho de Curso, a Comissão Examinadora realizou a arguição que foi respondida pela discente, a média da apresentação oral foi de 9,45, a média do trabalho escrito foi de 9,20 perfazendo média geral de 9,32.

A comissão examinadora considerou o Trabalho de Curso:

- () Reprovado/Ausente
- (X) Aprovado, com recomendações que devem ser incorporadas à versão final.
- () Aprovado, sem recomendações de modificação da versão final.

Após atender às considerações da banca e respeitando o prazo disposto em calendário acadêmico, o discente deverá fazer a submissão da versão corrigida em formato digital (.pdf) no Repositório Institucional do IF Goiano – RIIF, acompanhado do Termo Ciência e Autorização Eletrônico (TCAE), devidamente assinado pelo autor e orientador. Os integrantes da banca examinadora assinam a presente.

(Assinado Eletronicamente)

Elson Barbosa da Silva Júnior

Documento assinado digitalmente



RENAN SOUZA SILVA
Data: 23/09/2025 13:51:05-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Renan Souza Silva

Co-orientador

(Assinado Eletronicamente)

Lucas Felisberto Pereira

Membro

(Assinado Eletronicamente)

Antonio Carlos Martins dos Santos

Membro

Documento assinado eletronicamente por:

- **Elson Barbosa da Silva Junior**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO , em 19/09/2025 13:59:35.
- **Lucas Felisberto Pereira**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO , em 19/09/2025 14:13:59.
- **Antonio Carlos Martins dos Santos**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO , em 20/09/2025 14:28:29.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 16/09/2025. 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: 744649

Código de Autenticação: 4b775353da



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Posse

Rodovia GO - 453 km 2,5, Fazenda Vereda do Canto, SN, Distrito Agroindustrial, POSSE / GO, CEP 73900-000

(62) 9390-5391, (62) 3605-3698

Documento Digitalizado Público

Ata de Defesa de TC

Assunto: Ata de Defesa de TC
Assinado por: Elson Junior
Tipo do Documento: ANEXO
Situação: Finalizado
Nível de Acesso: Público
Tipo do Conferência: Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- **Elson Barbosa da Silva Junior, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 23/09/2025 14:18:24.

Este documento foi armazenado no SUAP em 23/09/2025. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 792687
Código de Autenticação: 7050ca2b6a



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
CAMPUS POSSE
Coordenação do Curso Bacharelado em Agronomia

Trabalho de Conclusão de Curso
Emanuelle Dias Stoco

**RESPOSTA MORFOFISIOLÓGICA DO ALGODOEIRO (*Gossypium hirsutum* L.) À
APLICAÇÃO DE GLIFOSATO E BIOESTIMULANTE NO DESENVOLVIMENTO
INICIAL**

Comissão Examinadora:

Prof. Dr. Elson Barbosa
Presidente/Orientador
IF Goiano – Campus Posse

Prof. Dr. Renan Souza Silva
Co-Orientador
Universidade de Rio Verde

Prof. Dr. Lucas Felisberto Pereira
IF Goiano – Campus Posse

Prof. Dr. Antônio Carlos Martins dos Santos
IF Goiano – Campus Campos Belos

Posse – GO, 16 de Setembro de 2025

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ser minha fortaleza em todos os momentos, e à minha família – especialmente ao meu pai, que sob muito sol, me fez chegar até aqui, na sombra. Sem vocês, nada disso faria sentido.

AGRADECIMENTO

Primeiramente, agradeço a Deus, por me sustentar com sua graça e misericórdia infinita, por iluminar meus caminhos e me fortalecer em todos os momentos de dúvida e dificuldade. “Em tudo dai graças” (1 Tessalonicenses 5:18) — é com esse coração agradecido que reconheço Sua presença em cada etapa desta caminhada.

À minha família, meu alicerce e porto seguro, expresso minha mais profunda gratidão. Em especial, ao meu pai, Vanderlei Stoco — minha maior inspiração no meio agropecuário — cujo exemplo de dedicação, humildade e amor pelo que faz sempre me guiou com firmeza e orgulho. À minha mãe, Edna Dias de Souza Stoco, e à minha irmã, Isabela Dias Stoco, que estiveram ao meu lado durante todo esse processo, me apoiando nos momentos difíceis e celebrando comigo cada conquista.

Ao Matheus Henrique, meu namorado, que me incentivou diariamente a nunca desistir dos meus sonhos, sempre acreditando no meu potencial e me impulsionando a buscar ser uma pessoa e profissional melhor. Sua parceria foi essencial nessa caminhada.

Agradeço também às minhas amigas, Fabyane Almeida e Thauany Guimarães, que não foram apenas colegas de curso, mas companheiras de jornada, de estudos, de desafios e vitórias. Vocês foram fundamentais tanto na execução deste trabalho quanto em todos os momentos que vivemos juntas ao longo desses anos.

Ao Instituto Federal Goiano – Campus Posse, por proporcionar um ambiente de aprendizado e transformação que foi determinante para minha formação. A todos os docentes que fizeram parte dessa trajetória, agradeço pelo empenho e pelo conhecimento compartilhado.

Aos membros da banca avaliadora, por aceitarem o convite e se fazerem presentes neste dia tão importante da minha jornada acadêmica.

Aos meus orientadores, Elson Barbosa e Renan Souza Silva, pelo apoio, paciência e orientação durante a elaboração deste trabalho.

A todos que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste sonho, deixo aqui meu mais sincero agradecimento.

RESUMO

As plantas daninhas se destacam como principal fator limitante do potencial produtivo das culturas, competindo com as culturas por água, luz e nutrientes. Alguns trabalhos indicam um melhor controle de espécies invasoras com o uso de herbicidas em pré e pós- emergência, como o glifosato, porém pode causar fitotoxicidade mesmo em cultivares tolerantes. Nesse contexto, produtos à base de aminoácidos, têm se mostrado promissores na mitigação desses efeitos. O produto é um bioestimulante à base de aminoácidos, desenvolvido para uso em culturas como o algodão, com a proposta de reduzir os efeitos de fitotoxicidade decorrentes de aplicações pós-emergentes. No entanto, ainda não há registros de estudos que comprovem sua eficácia na mitigação dos danos causados pelo glifosato. O objetivo deste trabalho foi avaliar a resposta do algodoeiro a aplicação do bioestimulante contra os danos causados pela aplicação do herbicida glifosato. O experimento foi conduzido a campo no Instituto Federal Goiano – Campus Posse, utilizando delineamento em blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial 2×5 , com quatro repetições. Os tratamentos foram compostos pela presença e ausência de glifosato e cinco doses do bioestimulante (0; 0,25; 0,50; 1,00 e 2,00 L/ha), totalizando 40 parcelas experimentais. Foram avaliados teor de clorofila, massa seca da parte aérea e das raízes, altura de plantas e sintomas de fitotoxicidade. Os resultados indicaram que o produto contribuiu para a mitigação dos efeitos do herbicida, com destaque para a dose de 0,50 L/ha, que proporcionou maior teor de clorofila aos 35 dias após a aplicação, e para a dose de 1,0 L/ha, que favoreceu o acúmulo de massa seca das raízes. Assim, o bioestimulante demonstrou potencial como estratégia de manejo fisiológico em situações de estresse químico.

Palavras-chave: Algodão. Fitotoxicidade. Aminoácidos. Herbicida.

ABSTRACT

Weeds stand out as the main limiting factor to the productive potential of crops, competing with them for water, light, and nutrients. Several studies suggest improved control of invasive species through the use of pre- and post-emergence herbicides such as glyphosate; however, even tolerant cultivars may experience phytotoxic effects. In this context, amino acid-based products have shown promise in mitigating such damage. The product is an amino acid-based biostimulant developed for crops like cotton, aiming to reduce phytotoxicity caused by post-emergence herbicide applications. Nevertheless, there are no published studies confirming its effectiveness in mitigating glyphosate-induced damage. The objective of this study was to assess the cotton plant's response to the application of the biostimulant in mitigating damage caused by glyphosate. The experiment was conducted in the field at the Federal Institute of Goiás – Posse Campus, using a randomized block design (RBD) in a 2×5 factorial scheme with four replications. Treatments included the presence or absence of glyphosate and five doses of the biostimulant (0; 0.25; 0.50; 1.00; and 2.00 L/ha), totaling 40 experimental plots. Evaluations included chlorophyll content, shoot and root dry mass, plant height, and symptoms of phytotoxicity. Results indicated that the product contributed to reducing herbicide effects, with the 0.50 L/ha dose showing increased chlorophyll content at 35 days after application, and the 1.00 L/ha dose promoting greater root dry mass accumulation. Therefore, biostimulant demonstrated potential as a physiological management strategy under chemical stress conditions.

Keywords: Cotton. Phytotoxicity. Amino acids. Herbicide.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Imagem da área experimental, no início da execução do trabalho	20
Figura 2. Croqui da representação da área experimental, com as parcelas subdivididas	21
Figura 3. Imagem referente a adubação de base feita com NPK 04-14-08 (A) Imagem logo após a adubação de cobertura com ureia 45% N (B)	21
Figura 4. Croqui da representação da parcela, com destaque para as linhas de plantio (A) Distribuição de sementes na linha, espaçadas com 12 cm entre si (B)	22
Figura 5. Croqui da representação da aplicação do glifosato (G0 e G1) e das cinco doses do bioestimulante	23
Figura 6. Representação prática da medição do teor de clorofila nas folhas de algodão	24
Figura 7. Plantas de algodão após serem colhidas, mantendo suas raízes preservadas (A) Plantas ao serem colocadas na estufa (B)	24
Figura 8. Acúmulo de massa da parte aérea do algodoeiro sob diferentes doses de bioestimulante e aplicação de glifosato	30
Figura 9. Acúmulo de massa seca das raízes do algodoeiro sob diferentes doses de bioestimulante e aplicação de glifosato	30
Figura 10. Altura de plantas sob diferentes DAA (Dias Após Aplicação), com aplicação de glifosato	32
Figura 11. Altura de plantas sob diferentes DAA (Dias Após Aplicação), sem aplicação de glifosato	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Escala de notas utilizada para avaliação visual de intoxicação das plantas de algodão pelo herbicida glifosato	25
Tabela 2. Teor de clorofila em função das doses de bioestimulante e aplicação de glifosato	26
Tabela 3. Comparação do teor de clorofila do algodoeiro em função das doses de bioestimulante, aplicação de glifosato e dias após aplicação (DAA)	27
Tabela 4. Massa seca da parte aérea e raízes do algodoeiro em função das doses de bioestimulante e aplicação de glifosato	28
Tabela 5. Altura de plantas em função das doses de bioestimulante e aplicação de glifosato em diferentes épocas de avaliação – DAA (dias após aplicação)	30
Tabela 6. Média de notas de severidade em função das doses de bioestimulante e aplicação de glifosato em diferentes épocas de avaliação	34

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

ANOVA	Análise de Variância
CHL	Índice de clorofila medido pelo clorofilômetro AtLEAF
CO ₂	Dióxido de Carbono
CV	Coeficiente de Variação
DAA	Dias após aplicação
DBC	Delineamento em Blocos Casualizados
EPSPS	5-enolpiruvilshiquimato-3-fosfato sintase
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FM	Fiber Max
G0	Parcela sem aplicação de glifosato
G1	Parcela com aplicação de glifosato
ha	Hectares
IF Goiano	Instituto Federal Goiano
Kg	Quilograma
L	Litros
N	Nitrogênio
NPK	Nitrogênio, Fósforo e Potássio
RR	Roundup Ready
RR Flex	Roundup Ready Flex
SBCPD	Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas
Sisvar	Software de análise estatística

SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

LISTA DE TABELAS

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

1. INTRODUÇÃO.....	13
2. OBJETIVOS.....	15
2.1. Objetivo geral	15
2.1. Objetivos específicos	15
3. REVISÃO DA LITERATURA.....	16
3.1 A cultura do algodão (<i>Gossypium hirsutum</i> L.).....	16
3.2 Plantas daninhas na cotonicultura e o uso de herbicidas para remediação	17
3.3 Bioestimulantes e aminoácidos no manejo de estresses abióticos.....	18
4. METODOLOGIA	20
4.1 Local de execução e área experimental.....	20
4.2 Delineamento estatístico.....	20
4.3 Caracterização do solo e manejo de adubação	21
4.4 Implementação e Cultivo da cultura.....	22
4.5 Aplicações realizadas	22
4.6 Variáveis avaliadas	23

4.6.1 Teor de clorofila	24
4.6.2 Massa seca de parte aérea e raízes	25
4.6.3 Altura de plantas	25
4.6.4 Fitotoxicidade	26
4.7 Análises estatísticas	25
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
5.1 Teor de clorofila.....	26
5.2 Massa seca de parte aérea e raízes	28
5.3 Altura de plantas	30
5.4 Fitotoxicidade	33
6. CONCLUSÃO.....	35
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

1. INTRODUÇÃO

O cultivo do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) possui origens milenares, com registros de sua domesticação há aproximadamente 4.000 anos, na região sul da Península Arábica. No território brasileiro, evidências indicam que os povos indígenas já conheciam e utilizavam a planta muito antes da colonização, empregando suas fibras na confecção de redes e cobertores, além de aproveitá-la na alimentação e como recurso medicinal para tratar ferimentos (Ampa, 2018).

A cotonicultura no Brasil tem alcançado avanços expressivos, impulsionada pelo uso de biotecnologias voltadas ao aumento da produtividade e à superação dos desafios no campo. Na safra 2023/2024, a produção ultrapassou 3,7 milhões de toneladas, consolidando o país como o maior exportador mundial de algodão, superando os Estados Unidos pela primeira vez na história (Tmg, 2024). Este crescimento reflete não apenas a capacidade produtiva do país, mas também as inovações implementadas nos últimos anos, como o melhoramento genético, que confere resistência a pragas, doenças e maior adaptabilidade às condições climáticas adversas.

O Oeste da Bahia se destaca como uma das principais áreas produtoras de algodão no Brasil, sendo fundamental para que o estado ocupe a segunda posição no ranking nacional de produção. A região é marcada por grandes extensões de cultivo, elevado nível de tecnificação e condições edafoclimáticas favoráveis, que garantem altos índices de produtividade. O avanço da cotonicultura nessa área impulsionou a economia local, promovendo geração de empregos, aumento de renda e desenvolvimento socioeconômico (Secom BA, 2024).

Um dos grandes desafios enfrentados pela agricultura atual é o impacto negativo gerado pelas plantas daninhas nas lavouras, o que tem causado grande preocupação no setor agrícola (Vasconcelos; Lima; Silva, 2012). O caruru (*Amaranthus* sp) ocorre frequentemente com grande densidade de plantas no algodão, e é uma das principais plantas daninhas desta cultura no contexto nacional e mundial (Netto et al., 2019).

Embora a agricultura tenha se modernizado, ocorrem anualmente perdas na qualidade e quantidade das culturas, especialmente por conta das espécies de ervas daninhas, que compõem a limitação biótica mais importante à produção agrícola (Kubiak et al., 2022). As plantas daninhas reduzem o rendimento das culturas por competição e alelopatia, além de aumentar custos, dificultar a colheita, diminuir a qualidade e favorecer pragas e doenças. As perdas podem chegar a 90% sem controle e variar entre 13% e 15% mesmo com manejo (Embrapa, 2018).

Nesse contexto, o glifosato é um herbicida sistêmico de amplo espectro que apresenta controle sobre muitas espécies de plantas daninhas. A atuação do produto está direcionada à inibição da enzima EPSPS (5-enolpiruvilshiquimato 3-fosfato sintase), que leva à produção de aminoácidos de cadeia aromática (fenilalanina, triptofano e tirosina) (PPDBH, 2025). Atualmente, existem diversas tecnologias presentes no mercado, tolerantes ao glifosato (cultivares RR e RR Flex) (ISAAA, 2025). A maior parte das cultivares plantadas no Oeste da Bahia possuem essa tecnologia.

A cultivar RR apresenta tolerância ao herbicida se sofrer aplicações em estádios iniciais do desenvolvimento das plantas (até o estádio V4) (Carvalho et al., 2015). Já a cultivar RR Flex, apresenta tolerância em estádios de final de ciclo, ou seja, pode sofrer aplicação em até 7 dias antes da colheita. Com essa tecnologia, muitos produtores poderão realizar aplicações indiscriminadamente, levando em conta o maior período de resistência ao produto. Contudo, alguns danos por aplicação em deriva podem ocorrer, tendo em vista a possibilidade de haver as duas tecnologias em distâncias relativamente curtas.

Alguns estudos demonstram injúrias em plantas de algodão sujeitas a aplicação de glifosato, dentre elas é destacado o murchamento geral dos algodoeiros atingidos (Ferreira; Lamas; Procópio, 2007). Uma maneira de remediar esse efeito é por meio da utilização de aminoácidos essenciais ao desenvolvimento vegetal (ácido aspártico, ácido glutâmico, alanina, prolina, leucina, dentre outros). Esses compostos exercem ação direta sobre o metabolismo das plantas, atuando na síntese de proteínas, enzimas e reguladores de crescimento, além de protegerem e auxiliarem na recuperação frente a estresses abióticos, como a fitotoxicidade causada por herbicidas.

Nesse contexto, destacam-se os bioestimulantes à base de aminoácidos, como o produto utilizado no trabalho, que reúne diferentes moléculas orgânicas capazes de ativar processos fisiológicos relacionados à fotossíntese, respiração e absorção de nutrientes. Assim, além de reduzir os danos provocados pelo glifosato, o produto contribui para acelerar a retomada do crescimento e manter a eficiência metabólica da cultura do algodoeiro. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi valiar a resposta do algodoeiro a aplicação do bioestimulante contra os danos causados pela aplicação do herbicida glifosato.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Avaliar a resposta do algodoeiro a aplicação do bioestimulante contra os danos causados pela aplicação do herbicida glifosato.

2.1. Objetivos específicos

Analisar a fitotoxicidade causada pela aplicação do glifosato;

Avaliar o efeito da aplicação de diferentes doses do bioestimulante.

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1 A cultura do algodão (*Gossypium hirsutum* L.)

O algodão é uma das culturas mais antigas conhecidas pela humanidade, com registros de uso por civilizações como os incas e os povos da Ásia e do Oriente Médio ainda antes da Era Cristã. A palavra "algodão" tem origem árabe, refletindo o papel dos mercadores árabes na disseminação da fibra pela Europa, onde seu uso se intensificou a partir da Idade Média, especialmente após as Cruzadas. Com o avanço das técnicas de fiação no século XVIII, o algodão se consolidou como matéria-prima essencial para a indústria têxtil mundial. (Ampa, 2018).

O cultivo do algodão no Brasil teve início ainda nos primeiros anos da colonização, sendo registrado como matéria-prima amplamente disponível e utilizada, principalmente na confecção de tecidos simples voltados ao consumo interno. Durante os séculos XVI e XVII, o algodão era cultivado em pequenas roças ao redor das casas, com fiação e tecelagem feitas de forma artesanal. Embora sua produção fosse inicialmente voltada para o uso doméstico, já existiam registros de exportações pontuais para Portugal. Esses primeiros registros demonstram a importância histórica da cultura para o Brasil, mesmo antes de sua consolidação como atividade agrícola estruturada (Consta; Bueno, 2004).

A produção de algodão no Brasil tem ganhado destaque no cenário mundial, assumindo papel de grande importância econômica e social. Pela primeira vez na história, o país conquistou a posição de maior exportador global de algodão, ultrapassando os Estados Unidos, tradicional líder do setor. Esse avanço é resultado de expressivos investimentos em pesquisa e desenvolvimento, que impulsionaram melhorias no melhoramento genético, nas práticas de manejo e na mecanização da cultura. Esses fatores contribuíram para o aumento da produtividade e da qualidade da fibra, tornando o algodão brasileiro altamente competitivo no mercado internacional. (Tmg, 2024).

A expansão da cotonicultura no Brasil também foi favorecida pela incorporação de tecnologias modernas, como o sistema de plantio direto, a agricultura de precisão e o uso de cultivares geneticamente modificadas. Essas inovações proporcionaram a redução dos custos de produção, maior eficiência na utilização dos recursos e a mitigação dos impactos ambientais. (Secom BA, 2024).

O oeste baiano destaca-se como uma das principais regiões produtoras de algodão no Brasil, contribuindo significativamente para posicionar a Bahia como o segundo maior estado produtor do país, atrás apenas do Mato Grosso. A colheita do algodão na Bahia referente à safra 2023/2024 contou com área total plantada no estado de 345.431 hectares, sendo

concentrada principalmente na região Oeste, responsável por 98% da área plantada, com 339.721 hectares. A região Oeste registrou um aumento de 10,7% na área plantada em relação à safra anterior, que somou 312,5 mil hectares (Abapa, 2024).

3.2 Plantas daninhas na cotonicultura e o uso de herbicidas para remediação

No Brasil, espécies do gênero *Amaranthus* estão amplamente distribuídas e figuram entre as principais plantas daninhas em lavouras de algodão, devido ao crescimento inicial acelerado e à elevada demanda por nitrogênio, podendo reduzir a produtividade em até 90% em altas infestações (Gazziero; Silva, 2017; Ikeda et al., 2019). Na Bahia, destacam-se as espécies *Amaranthus sp.* (caruru) e *Conyza sp.* (buva), esta última com registro de resistência ao glifosato (Silva et al., 2018). Apesar da disponibilidade de herbicidas para o controle dessas espécies, o uso contínuo tem favorecido a evolução da resistência a múltiplos ingredientes ativos em diversos países (Heap, 2022).

No Cerrado brasileiro, a intensificação dos sistemas agrícolas, com cultivos em safra e segunda safra, tem se tornado uma prática cada vez mais comum. Muitas dessas infestantes se originam da rebrota de restos culturais da safra anterior ou da germinação de caroços de algodão perdidos no solo durante a colheita. Além de concorrerem com as culturas por recursos como água, luz e nutrientes, essas plantas podem servir como hospedeiras do bicudo-do-algodoeiro (*Anthonomus grandis*), considerada a principal praga da cultura no Brasil, o que reforça a necessidade de estratégias eficazes de controle, como o uso racional de herbicidas (Andrade Júnior et al., 2014)

A cultura do algodão é uma das espécies mais sensíveis à interferência atribuída pelas plantas daninhas, com destaque na competição pelos fatores de crescimento, a liberação de substâncias alelopáticas e a multiplicação de insetos-praga, doenças e nematóides. As plantas daninhas são altamente agressivas, podendo causar danos consideráveis à produção de algodão. Estudos realizados por pesquisadores nas condições brasileiras, concluem que o algodoeiro deve ser mantido livre da interferência das plantas daninhas, dos 20 aos 50 dias após a emergência. Esse período varia em função de características ligadas à cultura (cultivar, espaçamento e densidade), à comunidade infestante (espécies presentes e distribuição) e ao ambiente (solo, clima e manejo) (Embrapa, 2006).

O Glifosato [N-(fosfonometil) glicina] possui a fórmula química $C_3H_8NO_5P$ e três grupos funcionais polares (amina, carboxila e fosfonato), que podem ligar-se a metais e cátions polivalentes, colocando-o na classe de herbicidas quelantes (DOLLINGER, 2015). É o herbicida mais utilizado na agricultura brasileira, sendo empregado em diversas culturas, além

disso, também é observado para renovação e manutenção de pastagens. Mesmo com a aplicação sendo realizada por meio de equipamentos avançados, a perda por deriva ainda ocorre. Dessa forma, surgem cada vez mais estudos a fim de sanar problemas como esse, recorrentes na agricultura (Pinho et al., 2021).

A deriva pode ser compreendida como a parte da pulverização que se dispersa fora da área desejada, principalmente pela ação do vento, sendo uma das principais causas de perdas de herbicidas durante a aplicação (Miller, 1993). Esse fenômeno está associado a diversos fatores, como o tamanho das gotas, altura da barra de pulverização, velocidade do equipamento, volume aplicado, tipo de formulação e, sobretudo, às condições ambientais no momento da operação.

A exposição acidental de plantas cultivadas à deriva de herbicidas pode desencadear a formação excessiva de espécies reativas de oxigênio (EROs), como o radical superóxido ($O_2^{\bullet-}$), peróxido de hidrogênio (H_2O_2), radical hidroxila ($\bullet OH$) e oxigênio singlete (1O_2). Essas moléculas altamente instáveis e reativas atuam sobre os lipídios presentes nas membranas celulares, promovendo reações de peroxidação lipídica. Esse processo, além de gerar novos radicais livres, compromete de forma irreversível a integridade das membranas celulares, causando danos fisiológicos significativos às plantas (Vidal; Fleck, 1997).

Em algodoeiros submetidos a doses reduzidas de glifosato simulando deriva, foi constatado que a produção de algodão em caroço pode cair para cerca de 68% daquela observada em plantas não expostas, representando uma perda de 32% em comparação com a testemunha (Yamashita, 2006). Além disso, o peso de mil sementes também foi afetado nas doses mais elevadas de aplicação, embora nem todas as reduções tenham sido estatisticamente significativas. Tais comprometimentos fisiológicos como redução de produção, menor qualidade de sementes se tornam perdas concretas de produtividade, especialmente quando as plantas são afetadas em estádios iniciais de desenvolvimento.

3.3 Bioestimulantes e aminoácidos no manejo de estresses abióticos

O estresse vegetal, provocado por fatores adversos que comprometem o crescimento e a fisiologia das plantas, pode ter origem em danos causados pela fitotoxicidade de herbicidas. O glifosato, apesar de amplamente utilizado por sua eficácia, requer atenção, pois resíduos do produto podem interferir em processos metabólicos mesmo em culturas tolerantes. Nesse cenário, o uso de aminoácidos como bioestimulantes tem se mostrado promissor, atuando na síntese de proteínas, na melhoria da fotossíntese e no equilíbrio dos estádios fenológicos, contribuindo para a recuperação de plantas afetadas por estresses induzidos quimicamente

(Bueno, 2022).

Dessa forma, uma alternativa de controle de fitotoxicidade é a aplicação de aminoácidos aromáticos por pulverização, para contribuir na recuperação de plantas com sintomas de fitotoxicidade pelo herbicida (Yamada e Castro, 2007). Um estudo levantado por Pinho et al. (2021), trouxe testes do uso de aminoácidos aromáticos na reversão da fitotoxidez por glifosato, em mudas de café conilon (*Coffea canephora* P.). As mudas foram submetidas à deriva do herbicida durante a pulverização, e 24 horas depois foram utilizados quatro tratamentos, tendo como fonte de aminoácidos o produto comercial Lithamin plus® (em doses de 1 e 1,5 L.ha⁻¹).

Além de respostas no aumento da fitotoxicidade de culturas, relacionando a outros contextos de avaliação do efeito de subdoses de glifosato, Lima (2018) o avaliou como estímulo de crescimento de *Brachiaria*, demonstrando efeito hormético (incremento em parâmetros de crescimento).

Outro estudo feito por Silva et al. (2010), demonstrou que os aminoácidos podem atuar de forma eficaz na recuperação de plantas submetidas a estresses abióticos, especialmente aqueles causados pela fitotoxicidade de herbicidas. Em pesquisa conduzida com a cultura do milho, observou-se que a aplicação de bioestimulante à base de aminoácidos livres após a pulverização do herbicida nicosulfuron, favoreceu significativamente a recuperação das plantas, mesmo quando expostas a doses elevadas do produto. Esses resultados evidenciam o potencial dos aminoácidos como ferramentas mitigadoras de danos fisiológicos causados por moléculas de herbicidas, reforçando seu uso em estratégias de manejo foco na recuperação vegetal.

4. METODOLOGIA

4.1 Local de execução e área experimental

O estudo foi realizado a campo, na escola fazenda pertencente ao Instituto Federal Goiano – Campus Posse, localizado na Fazenda Vereda do Canto, GO 453, km 2,5, município de Posse, Goiás. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw (tropical com estação seca no inverno), localizada nas coordenadas 14° 06' 30.9" de latitude S 46° 19' 35.0" de longitude W, a 843 m de altitude no Nordeste Goiano. A área experimental apresentou dimensões de 30 metros de comprimento por 10 metros de largura, totalizando 300 m² (Figura 1).



Figura 1. Imagem da área experimental, no início da execução do trabalho.

Fonte: A autora (2025).

4.2 Delineamento estatístico

Para realização deste estudo, foi utilizado o Delineamento em Blocos Casualizados (DBC), com parcelas subdivididas, estruturado no esquema fatorial 2×5 , sendo duas doses de aplicação do herbicida glifosato (G0 – sem glifosato; G1 – com glifosato), cinco doses do produto à base de aminoácidos (0,00; 0,25; 0,50; 1,00 e 2,00 L/ha), com quatro repetições (blocos), totalizando assim 40 parcelas experimentais. Cada parcela possui 1,50 m x 2,00 m, com 1,00 m de espaçamento entre si, a fim de evitar interferência entre tratamentos adjacentes (Figura 2).

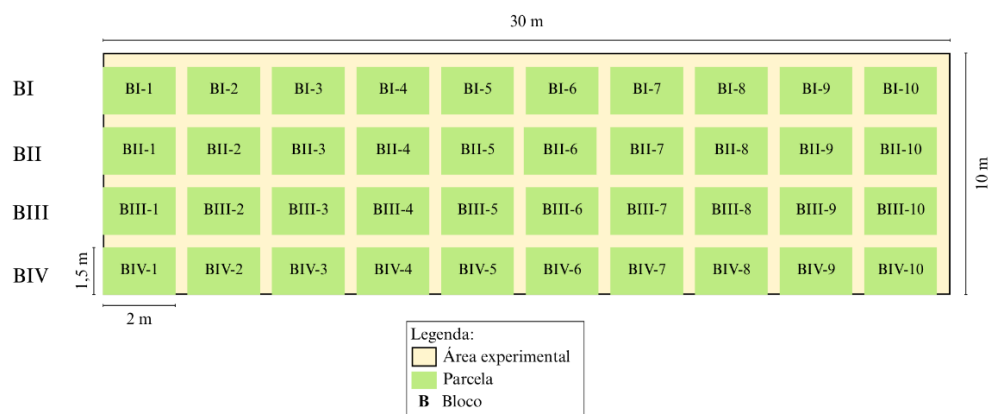


Figura 2. Croqui da representação da área experimental, com as parcelas subdivididas.

Fonte: A autora (2025).

4.3 Caracterização do solo e manejo de adubação

O solo foi caracterizado como Neossolo Quartzarênico, com baixa capacidade de retenção de nutrientes, exigindo adubação adequada para o bom desenvolvimento do algodoeiro. A adubação foi realizada conforme as recomendações da Embrapa (2012) e Sousa & Lobato (2004), considerando as exigências nutricionais do algodoeiro em solos do Cerrado, sendo:

- Adubação de base (20/03/2025): aplicação de NPK 04-14-08 na dose de 400 kg/ha, o que correspondeu a 40 g por linha de plantio em cada parcela; (Figura 3A)
- Adubação de cobertura (28/04/2025): aplicação de ureia (45% N) na dose de 300 kg/ha, equivalente a 30 g por linha. (Figura 3B)

Foram realizadas capinas manuais e monitoramento fitossanitário. Não houve necessidade de aplicação de defensivos durante o período experimental.

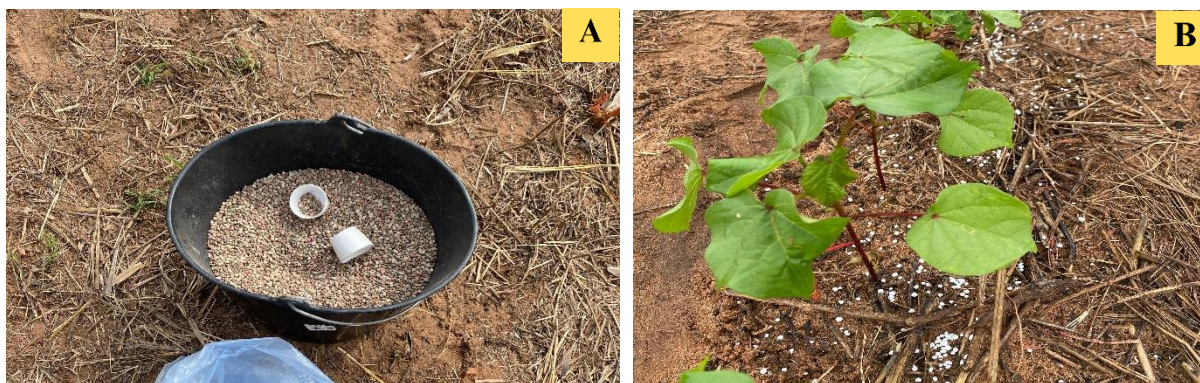


Figura 3. Imagem referente a adubação de base feita com NPK 04-14-08 (A) Imagem logo após a adubação de cobertura com ureia 45% N (B).

Fonte: A autora (2025).

4.4 Implementação e Cultivo da cultura

Inicialmente, no dia 13 de março de 2025, foi feita a capina manual de 20 parcelas escolhidas ao acaso, seguida pela aplicação da primeira dose de glifosato nas outras 20 parcelas restantes, selecionadas para o tratamento com o herbicida em pré-emergência.

Com a limpeza do local, a semeadura foi realizada em 21/03/2025, que se iniciou com a abertura dos sulcos em 5 cm, no qual realizou-se a adubação de base e cobriu-se com solo para evitar contato direto com a semente, a qual foi depositada a cerca de 2-3 cm de profundidade. A cultivar utilizada foi a FM 945STP (RR Flex), que apresenta características agronômicas que a tornam adequada para estudos envolvendo estresses fisiológicos (BASF, 2024), e cada parcela continha três linhas espaçadas a 0,5 m entre si (Figura 4A), com 16 sementes por linha (8 plantas por metro), espaçamento de 12 cm entre plantas (Figura 4B), totalizando 48 sementes por parcela..

O processo de irrigação utilizado foi o sistema de aspersão convencional, distribuída em toda área por uma linha principal ao centro da área experimental, com seis aspersores ao longo da mesma.

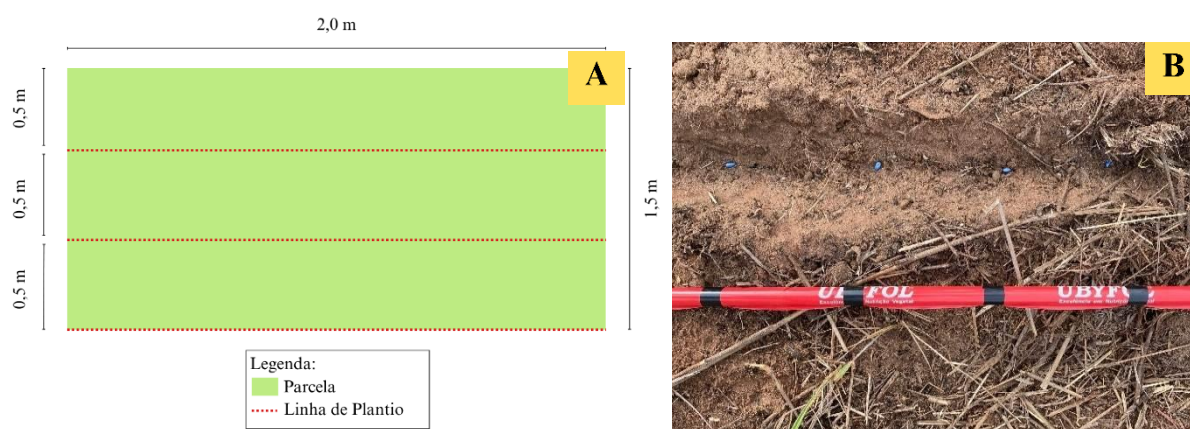


Figura 4. Croqui da representação da parcela, com destaque para as linhas de plantio (A) Distribuição de sementes na linha, espaçadas com 12 cm entre si (B).

Fonte: A autora (2025).

4.5 Aplicações realizadas

As aplicações foram feitas com pulverizador pressurizado com CO₂, bicos tipo leque 11002 e volume de calda de 200 L/ha. As condições climáticas durante as pulverizações foram controladas, com temperaturas entre 25–30 °C, umidade relativa acima de 60% e ventos inferiores a 10 km/h, minimizando deriva.

Foram aplicadas duas doses do herbicida glifosato, em pré-emergência (13/03/2025) – dose de 2,25 kg/ha (35 g na área de 150 m²), diluído em 3 L de água, aplicado em 20 parcelas; e em pós-emergência (14/04/2025) – dose de 1,5 kg/ha (25 g na área de 150m²), aplicado nas mesmas 20 parcelas (Figura 5). A quantidade aplicada seguiu a recomendação da bula.

O bioestimulante possui ácido glutâmico como principal aminoácido em sua composição, além de ácido aspártico, alanina, prolina, glicina, histidina, leucina, arginina, tirosina, fenilalanina, serina, treonina, valina, lisina, glicina e isoleucina. Foi aplicado oito dias após a última aplicação do glifosato (22/04/2025), nas doses de 0,00; 0,25; 0,50; 1,00 e 2,00 L/ha – sendo 0,50 e 1,00 L/ha a recomendação do fabricante. Cada dose do produto foi aplicada duas vezes por bloco, totalizando oito repetições por dose ao longo do experimento, de modo que cada tratamento com bioestimulante fosse representado tanto em parcelas submetidas à aplicação do glifosato quanto em parcelas sem aplicação do herbicida (Figura 5).

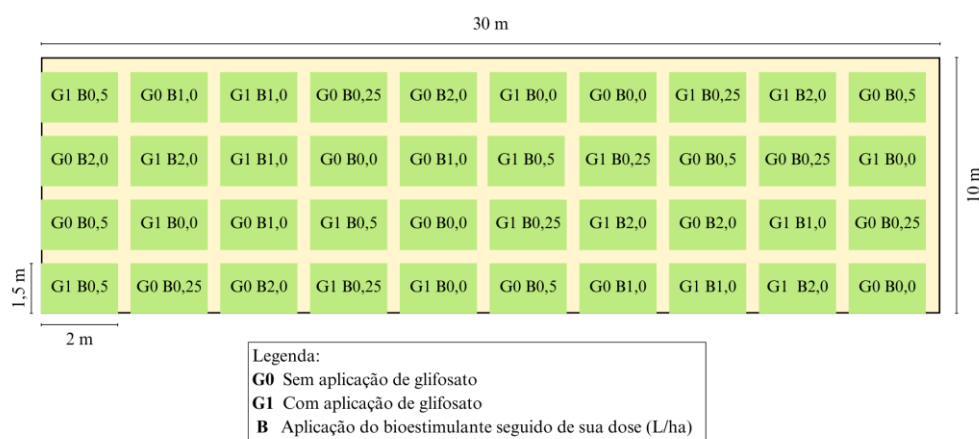


Figura 5. Croqui da representação da aplicação do glifosato (G0 e G1) e das cinco doses do bioestimulante.

Fonte: A autora (2025).

4.6 Variáveis avaliadas

4.6.1 Teor de clorofila

Medido com clorofilômetro portátil (atLEAF), nas primeiras horas da manhã, incluindo folhas ao sol e sombreadas, sendo feito em cinco folhas por parcela experimental, aos 21, 28 e 35 DAA (dias após aplicação), realizando a média posteriormente (Figura 6).



Figura 6. Representação prática da medição do teor de clorofila nas folhas de algodão.

Fonte: A autora (2025).

4.6.2 *Massa seca de parte aérea e raízes*

Colheita realizada aos 35 DAA. As plantas retiradas com cuidado para não danificar as raízes (Figura 7A), foram secas em estufa a 65 °C por sete dias (Figura 7B), e em seguida, pesadas em balança de precisão, obtendo-se a massa seca de parte aérea e de raízes.



Figura 7. Plantas de algodão após serem colhidas, mantendo suas raízes preservadas (A) Plantas ao serem colocadas na estufa (B).

Fonte: A autora (2025).

4.6.3 Altura de plantas

Medida do solo ao ponto de crescimento mais alto, com régua graduada; oito plantas por parcela foram medidas nos 14, 21, 28 e 35 DAA, e a média foi calculada.

4.6.4 Fitotoxicidade

Avaliação visual de injúria aos 14, 21, 28 e 35 dias após aplicação do glifosato, usando escala de 0% (sem sintomas) a 100% (planta morta), de acordo com uma adaptação da Sociedade Brasileira da Ciência de Plantas Daninhas (Tabela 1).

Tabela 1. Escala de notas utilizada para avaliação visual de intoxicação das plantas de algodão pelo herbicida glifosato.

Conceito	Notas	Observação
Muito leve	0-5	Sintomas fracos ou pouco evidentes. Nota 0 quando não se observam quaisquer alterações
Leve	6-10	Sintomas nítidos, de baixa intensidade
Moderada	11-20	Sintomas nítidos, mais intensos que na classe anterior
Aceitável	21-35	Sintomas pronunciados, porém, totalmente tolerados pela cultura
Preocupante	36-45	Sintomas mais drásticos que na categoria anterior, mas ainda passíveis de recuperação
Alta	46-60	Danos irreversíveis, com previsão de redução no rendimento econômico
Muito alta	61-100	Danos irreversíveis muito severos com previsão de redução drástica no rendimento econômica. Nota 100 para morte de toda a cultura

Fonte: Adaptado de SBPCPD (1995).

4.7 Análises estatísticas

A análise estatística foi realizada por meio do software Sisvar. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANAVA) com modelo fatorial, incluindo os seguintes efeitos: bloco, tratamento, herbicida e a interação tratamento $\times$ herbicida. Para as variáveis massa seca da parte aérea e massa seca das raízes, foi aplicada a transformação logarítmica $[\text{Log}(x)]$ com o objetivo de atender aos pressupostos da análise. O desdobramento da interação significativa foi realizado utilizando o teste de Tukey a 5% de

probabilidade, aplicado individualmente para os fatores tratamento e herbicida tanto para a regressão como para comparação das médias.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Teor de clorofila

Os resultados da Tabela 2 mostram que o teor de clorofila apresentou diferenças estatísticas entre algumas doses com a aplicação do bioestimulante, especialmente na presença do glifosato. Observa-se que a aplicação do bioestimulante promoveu valores superiores em comparação à ausência do herbicida, com destaque para a dose de 0,50 L/ha (55,3), que diferiu estatisticamente do tratamento controle, indicando melhor desempenho sob estresse químico. Esse incremento pode ser atribuído à ação dos aminoácidos na manutenção da integridade dos pigmentos fotossintéticos, fundamentais para a atividade metabólica da planta.

Tabela 2. Teor de clorofila em função das doses de bioestimulante e aplicação de glifosato.

Doses (L/ha)	Teor de Clorofila (índice atLEAF CHL)	
	Glifosato	Não aplicação
0,00	51,1bA	53,6aA
0,25	53,3baA	52,6aA
0,50	55,3aA	54,4aA
1,00	54,0baA	54,8aA
2,00	53,2baA	53,4aA
CV (%)	5,83	

Letras minúsculas comparam as doses entre colunas. Letras maiúsculas comparam a aplicação do herbicida entre linhas. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5%

Fonte: A autora (2025).

Na condição sem aplicação de glifosato, os valores se mantiveram estáveis entre as doses, sem diferenças significativas. Isso sugere que, em situações de ausência de estresse, o bioestimulante não altera de forma expressiva o teor de clorofila, reforçando que sua atuação é mais evidente como atenuador de injúrias provocadas pelo herbicida.

Esses resultados estão de acordo com estudos de Yamada & Castro (2007), que destacam a capacidade dos aminoácidos em reduzir efeitos oxidativos do glifosato, preservando a eficiência fotossintética. De forma semelhante, Pinho *et al.* (2021) relataram aumento no teor de clorofila em mudas de café submetidas a bioestimulantes após deriva de herbicidas, confirmando o potencial da tecnologia na recuperação fisiológica de culturas sensíveis.

Os valores de teor de clorofila obtidos neste estudo, expressos em índice atLEAF CHL, encontram-se dentro da faixa relatada na literatura para diferentes espécies vegetais avaliadas com o medidor atLEAF. Segundo Novichonok *et al.* (2016), embora se trate de uma medida relativa, os autores destacam que o índice atLEAF é uma ferramenta eficiente para estimar o estado fisiológico das plantas, o que reforça a confiabilidade dos resultados obtidos neste trabalho.

A análise do teor de clorofila do algodoeiro, apresentada na Tabela 3, revelou efeitos significativos da interação entre as doses de bioestimulante, a aplicação de glifosato e os dias após aplicação (DAA). Observou-se que, nas plantas submetidas à aplicação de glifosato, o bioestimulante promoveu incremento no teor de clorofila ao longo do tempo, especialmente nas doses de 0,50 e 1,00 L/ha. Aos 35 DAA, a dose de 0,50 L/ha apresentou o maior valor (58,1), evidenciando a capacidade do bioestimulante em mitigar os efeitos fitotóxicos do herbicida.

Tabela 3. Comparação do teor de clorofila do algodoeiro em função das doses de bioestimulante, aplicação de glifosato e dias após aplicação (DAA).

Doses (L/ha)	Teor de Clorofila (índice atLEAF CHL)					
	Glifosato			Não aplicação		
	21 DAA	28 DAA	35 DAA	21 DAA	28 DAA	35 DAA
0,00	50,4aA	51,4aA	51,5bB	49,1aA	53,9aA	57,8aA
0,25	51,4aA	52,0aA	56,4baA	51,5aA	53,0aA	53,2aA
0,50	52,3aA	55,5aA	58,1aA	52,0aA	55,4aA	55,8aA
1,00	50,4aA	54,7aA	56,8baA	49,8aA	55,6aA	58,8aA
2,00	49,9aA	53,8aA	55,9baA	51,8aA	52,2aA	56,4aA
CV (%)	5.85					

Letras minúsculas comparam as doses entre colunas. Letras maiúsculas comparam a aplicação do herbicida entre linhas. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5%

Fonte: A autora (2025).

Esses resultados indicam que o bioestimulante atua de forma mais eficaz em situações de estresse químico, como a induzida pelo glifosato, promovendo a recuperação do metabolismo vegetal e a preservação dos pigmentos fotossintéticos. A ação dos aminoácidos como

precursores de enzimas antioxidantes e reguladores da síntese proteica pode ter contribuído para a atividade fotossintética.

5.2 Massa seca de parte aérea e raízes

Na Tabela 4 observa-se que, para a massa seca da parte aérea, não houve diferenças estatísticas significativas entre as doses de bioestimulante dentro da condição de aplicação de glifosato, entretanto, ao comparar o valor na dose 0,0 L/ha de bioestimulante (11,8) com a dose de 1,0 L/ha (22,1), notamos um salto expressivo.

Tabela 4. Massa seca da parte aérea e raízes do algodoeiro em função das doses de bioestimulante e aplicação de glifosato.

Doses (L/ha)	Massa seca		Massa seca	
	Parte aérea (g)		Raiz (g)	
	Glifosato	Não aplicação	Glifosato	Não aplicação
0,00	11,8aA	12,5aA	1,44bA	1,11aA
0,25	21,4aA	10,2aB	2,40bA	0,89aB
0,50	20,2aA	13,9aA	2,37bA	1,55aA
1,00	22,1aA	19,8aA	2,92aA	2,20aA
2,00	20,1aA	12,6aB	2,24bA	1,26aA
CV (%)	37,44		37,00	

Letras minúsculas comparam as doses entre colunas. Letras maiúsculas comparam a aplicação do herbicida entre linhas. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5%

Fonte: A autora (2025).

Para a massa seca das raízes, os efeitos foram mais evidentes: na presença de glifosato, a dose de 1,0 L/ha apresentou diferença estatística em relação às demais, indicando resposta mais expressiva em condições de estresse químico. Além disso, na dose de 0,25 L/ha, também se observou maior crescimento radicular quando associado ao glifosato, em comparação à ausência do herbicida.

A aplicação de glifosato, apesar de ser potencialmente fitotóxica, não reduziu a produção de biomassa do algodoeiro. Pelo contrário, quando associada ao bioestimulante, observou-se tendência de maior acúmulo de massa seca da parte aérea e das raízes. Isso sugere que o produto à base de aminoácidos atuou como mitigador dos efeitos de estresse, favorecendo a retomada do metabolismo vegetal.

Resultados semelhantes foram relatados por Pinho *et al.* (2021) em café e por Silva *et al.* (2010) em milho, evidenciando que aminoácidos aplicados via foliar auxiliam na

recuperação fisiológica de plantas intoxicadas por herbicidas. Esses compostos participam da síntese proteica, da regulação osmótica e atuam como precursores de hormônios vegetais, o que pode justificar o maior crescimento observado. Nas raízes, as doses intermediárias favoreceram o desenvolvimento radicular, essencial para a absorção de água e nutrientes em condições de estresse, confirmando os estudos de Yamada & Castro (2007) sobre o papel dos aminoácidos na tolerância ao glifosato.

Os resultados representados nas Figuras 8 e 9 evidenciaram que, na ausência de glifosato, o bioestimulante isolado não promoveu incrementos expressivos na biomassa aérea, indicando que seu efeito fisiológico é mais pronunciado em condições de estresse químico. Contudo, na presença do herbicida, observou-se maior acúmulo de massa seca tanto na parte aérea quanto nas raízes, com destaque para a dose de 1,0 L/ha.

A análise de regressão, significativa a 5% de probabilidade, reforça a consistência desse padrão, demonstrando ajuste satisfatório dos modelos aos dados experimentais. Isso evidencia que os efeitos observados não ocorreram de forma aleatória, mas refletem a atuação direta do bioestimulante em mitigar os impactos do glifosato. Nas raízes, o comportamento foi ainda mais expressivo, com doses intermediárias estimulando o crescimento radicular, fator essencial para a absorção de água e nutrientes sob estresse, o que confirma o papel dos aminoácidos em potencializar mecanismos de tolerância e restabelecimento fisiológico da cultura.

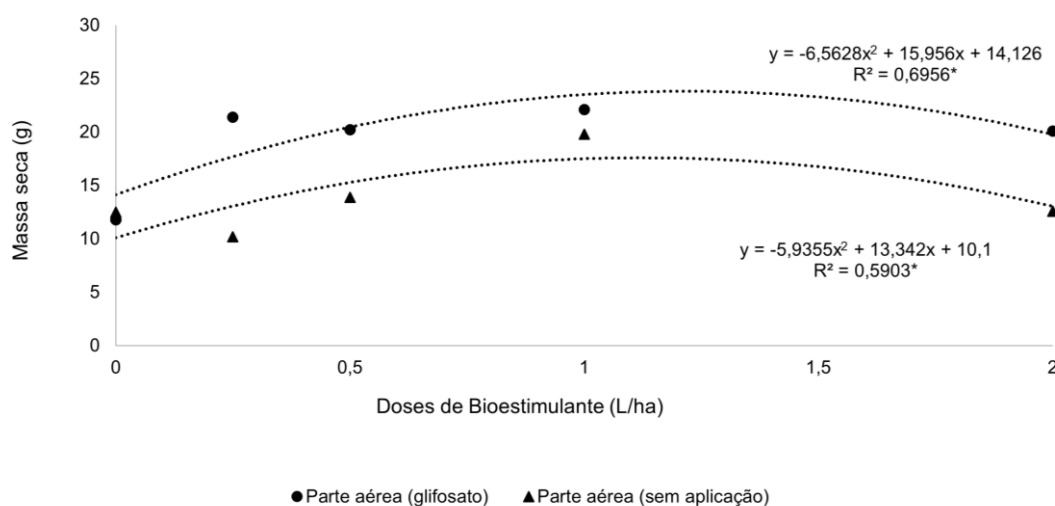


Figura 8. Acúmulo de massa da parte aérea do algodoeiro sob diferentes doses de bioestimulante e aplicação de glifosato.

* *significativo a 5% de probabilidade.*

Fonte: A autora (2025).

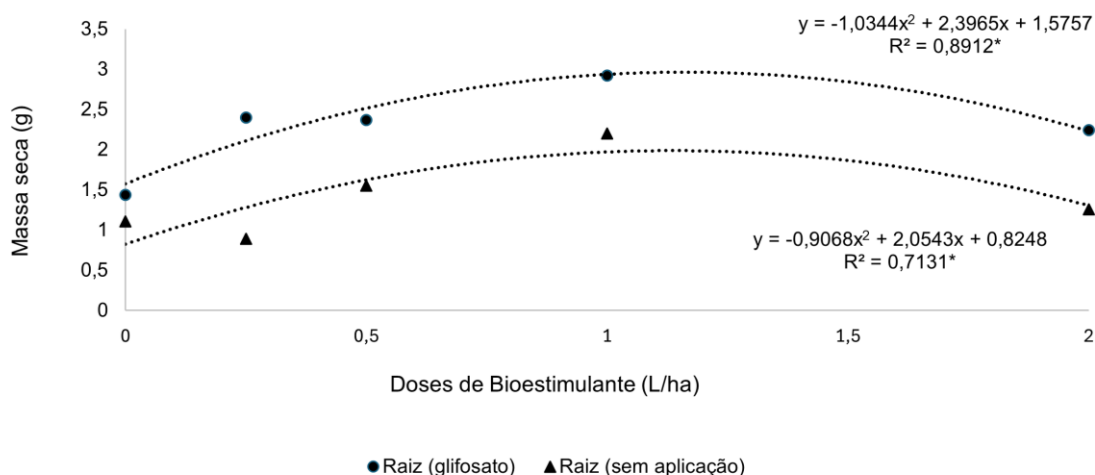


Figura 9. Acúmulo de massa seca das raízes do algodoeiro sob diferentes doses de bioestimulante e aplicação de glifosato.

* *significativo a 5% de probabilidade.*

Fonte: A autora (2025).

5.3 Altura de plantas

Na Tabela 5, observa-se a progressão de altura do algodoeiro ao longo das avaliações, nas parcelas com e sem aplicação de glifosato. As diferenças estatísticas entre os dias após aplicação são evidenciadas, por exemplo, na dose de 1,0 L/ha com glifosato, onde a altura média passou de 21,5 cm (21 DAA) para 26,1 cm (28 DAA) e 25,3 cm (35 DAA), indicando crescimento significativo ao longo do tempo.

Tabela 5. Altura de plantas em função das doses de bioestimulante e aplicação de glifosato em diferentes épocas de avaliação - DAA (dias após aplicação)

Doses (L/ha)	Altura de plantas (cm)							
	Glifosato				Não aplicação			
	14DAA	21 DAA	28 DAA	35 DAA	14DAA	21 DAA	28 DAA	35 DAA
0,00	17,1aA	17,6aA	19,2bA	19,5bA	16,4aA	17,7aA	19,8aA	20,2aA
0,25	18,4aA	20,4aA	23,1baA	25,5baA	15,4aA	17,0aA	18,7aA	19,3aA
0,50	18,6aA	21,0aA	23,5baA	24,8baA	17,2aA	18,5aA	20,0aA	21,1aA
1,00	19,6aA	21,5aA	26,1aA	25,3baA	18,2aA	19,5aA	22,5aA	24,0aA
2,00	18,3aA	20,6aA	23,7baA	25,5aA	16,8aA	16,5aA	18,8aA	19,4aA
CV (%)	14,99							

Letras minúsculas comparam as doses entre colunas. Letras maiúsculas comparam a aplicação do herbicida entre linhas. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5%

Fonte: A autora (2025).

Esses resultados demonstram que o fator tempo foi determinante no incremento da altura, mas a interação entre doses de bioestimulante e presença do glifosato modulou a intensidade desse crescimento. De forma geral, o uso de bioestimulante, especialmente nas doses intermediárias (0,50–1,00 L/ha), favoreceu a recuperação das plantas e contribuiu para maior uniformidade no desenvolvimento do algodoeiro.

Na Figura 10, observa-se que, na ausência do bioestimulante (dose 0), a altura das plantas apresentou tendência decrescente ao longo do tempo ($y = -0,1257x + 12,751$; $R^2 = 0,9833$), evidenciando o efeito fitotóxico do glifosato sobre o desenvolvimento vegetal. Esse comportamento reforça o estudo de Moraes *et al.* (2024), que aponta o glifosato como um agente que, mesmo em culturas tolerantes, pode comprometer processos fisiológicos como crescimento e alongamento celular.

Por outro lado, todas as doses de bioestimulante promoveram incremento na altura das plantas, com regressões positivas e coeficientes de determinação elevados ($R^2 > 0,98$), indicando forte correlação entre o tempo e o crescimento vegetal. A dose de 1,0 L/ha apresentou a maior taxa de crescimento ($y = 0,3523x + 8,133$; $R^2 = 0,9883$), seguida pelas doses de 0,25 L/ha ($y = 0,3429x + 13,45$; $R^2 = 0,9969$) e 0,5 L/ha ($y = 0,3014x + 9,133$; $R^2 = 0,9918$). Esses resultados sugerem que o bioestimulante foi eficaz na diminuição dos efeitos negativos do glifosato, promovendo recuperação fisiológica e estímulo ao crescimento.

A dose de 2,0 L/ha também apresentou regressão positiva ($y = 0,31x + 15,53$), porém com menor ajuste estatístico ($R^2 = 0,8219$), o que pode indicar maior variabilidade nos dados ou possível efeito de saturação, em que o excesso de aminoácidos não resulta em ganho proporcional de crescimento. Esse comportamento está alinhado com o estudo de Elsenbach *et al.* (2023), que apontam a existência de uma faixa ideal de aplicação de bioestimulantes, acima da qual os efeitos podem ser reduzidos ou até inibidos.

Os resultados indicam que o bioestimulante, especialmente nas doses intermediárias, foi eficaz na mitigação da fitotoxicidade causada pelo glifosato, promovendo o crescimento das plantas mesmo sob estresse químico. Esse efeito está associado à atuação dos aminoácidos na síntese proteica, regulação hormonal e defesa antioxidante. Estudos como o de Pinho *et al.* (2021) corroboram esses achados, demonstrando a reversão da fitotoxidez em mudas de café conilon com uso de aminoácidos aromáticos.

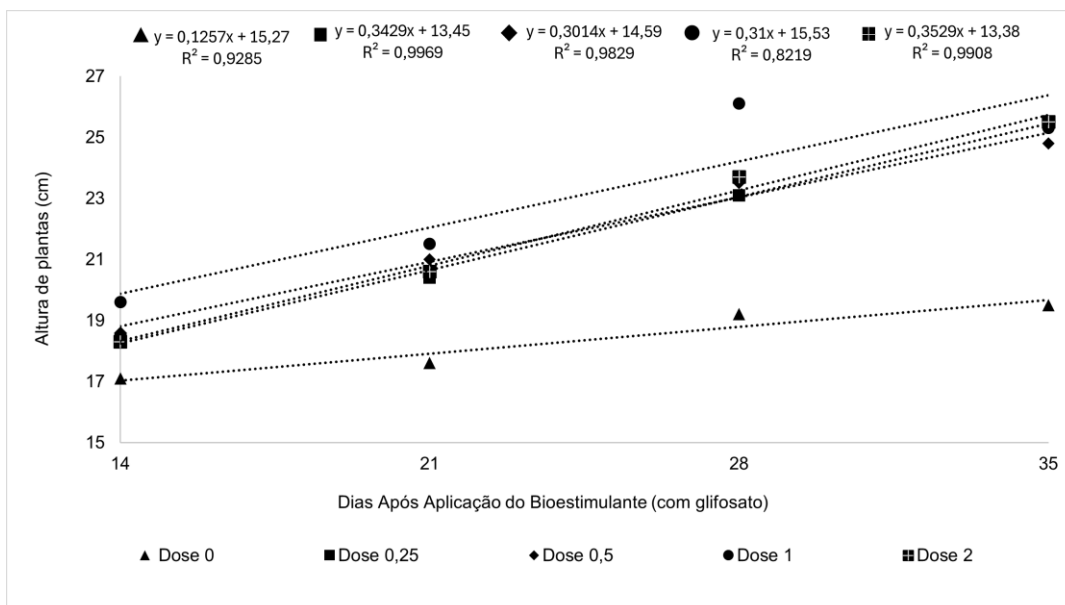


Figura 10. Altura de plantas sob diferentes DAA (Dias Após Aplicação), com aplicação de glifosato.

* *significativo a 5% de probabilidade.*

Fonte: A autora (2025).

A Figura 11 mostra que, na ausência de glifosato, as plantas de algodão apresentaram crescimento linear positivo em ambas as doses avaliadas (0 e 1,0 L/ha de bioestimulante), com bom ajuste estatístico ($R^2 > 0,94$). A dose 1,0 L/ha promoveu maior taxa de crescimento ($y = 0,92x + 13,48$), indicando que o bioestimulante potencializa o desenvolvimento mesmo em condições fisiológicas normais, por meio da ação dos aminoácidos na síntese de proteínas e regulação hormonal (Silva et al., 2021).

Comparando com a Figura 10, observa-se que o bioestimulante teve efeito mais expressivo nas parcelas com glifosato, atuando como mitigador da fitotoxicidade. Sem o bioestimulante, o glifosato reduziu a altura das plantas, confirmando seu impacto negativo mesmo em culturas tolerantes.

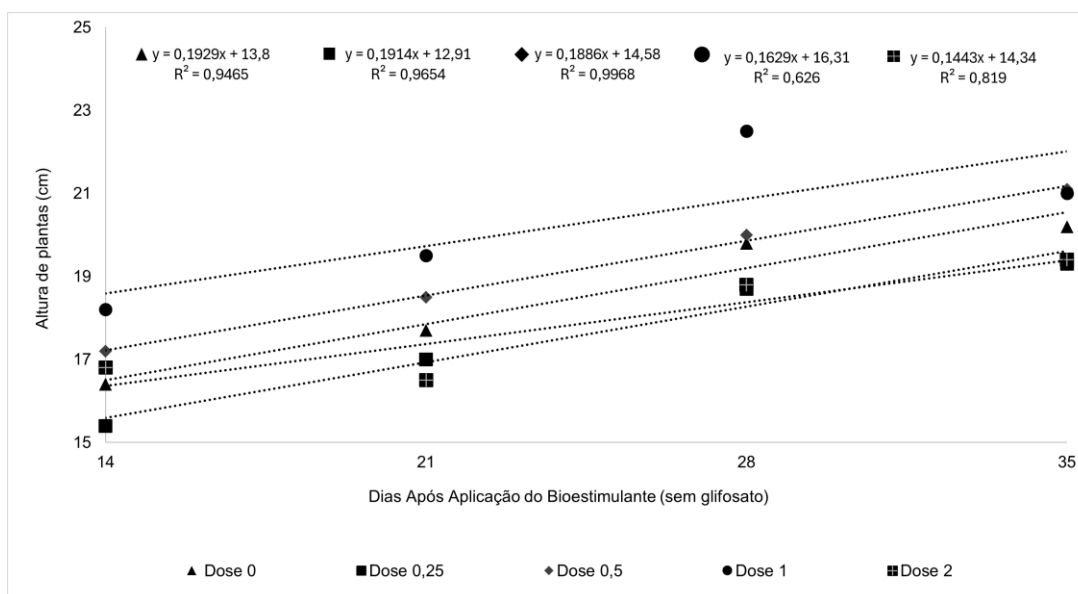


Figura 11. Altura de plantas sob diferentes DAA (Dias Após Aplicação), sem aplicação de glifosato.

** significativo a 5% de probabilidade.*

Fonte: A autora (2025).

5.4 Fitotoxicidade

A avaliação visual da fitotoxicidade foi realizada com base na escala adaptada da Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas (SBCPD, 1995), permitindo a identificação de sintomas visuais de dano nas plantas em diferentes épocas após a aplicação do glifosato. No entanto, os dados obtidos apresentaram notas de severidade extremamente baixas, com predominância de valores iguais a zero em grande parte dos tratamentos e épocas avaliadas, como demonstra a Tabela 6.

Apesar da ausência de sintomas visuais expressivos pela escala de fitotoxicidade, optou-se por apresentar apenas as médias das notas de dano, sem análise estatística, visto que o elevado número de valores nulos resultou em alto coeficiente de variação (CV), comprometendo a confiabilidade dos testes. No entanto, isso não significa ausência de efeitos do glifosato, mas sim uma limitação da metodologia utilizada, que não foi capaz de mensurar alterações fisiológicas internas. Essas alterações foram evidenciadas em outras variáveis avaliadas, como teor de clorofila, altura e acúmulo de biomassa, confirmando que o herbicida promoveu estresse fisiológico, mesmo sem manifestação visual evidente.

Os poucos sintomas observados foram transitórios e de baixa intensidade, manifestando-se apenas em alguns tratamentos com glifosato aos 28 DAA, com recuperação aparente das plantas até 35 DAA. Esse resultado indica que a escala visual foi insuficiente

para captar de forma consistente os efeitos do herbicida. No entanto, as análises fisiológicas revelaram que, mesmo em doses diferentes, o bioestimulante não potencializou a fitotoxicidade e pode ter contribuído para amenizar os sintomas iniciais, favorecendo a recuperação metabólica das plantas.

Tabela 6. Média das notas de dano de fitotoxicidade em função das doses de bioestimulante e aplicação de glifosato em diferentes épocas de avaliação

Doses (L/ha)	Notas de dano de severidade							
	Glifosato				Não aplicação			
	14DAA	21 DAA	28 DAA	35 DAA	14DAA	21 DAA	28 DAA	35 DAA
0,00	0	0	0,5	0	0	0	0	0
0,25	0	0	0	0	0	0	0	0
0,50	0	0	0	0	0	0	0	0
1,00	0	1,2	0,5	0	0	0	0	0
2,00	0	0	0,5	0	0	1	0	0

Fonte: A autora (2025).

6. CONCLUSÃO

O bioestimulante foi capaz de atenuar os efeitos fisiológicos do herbicida, promovendo melhorias significativas nos parâmetros avaliados.

As doses de 0,50 e 1,0 L/ha do produto à base de aminoácidos obtiveram os melhores resultados na mitigação dos efeitos do glifosato. A dose de 0,50 L/ha destacou-se pelo aumento do teor de clorofila aos 35 dias após a aplicação, indicando recuperação da atividade fotossintética. Já a dose de 1,0 L/ha favoreceu o crescimento radicular, com maior acúmulo de massa seca. Ambas também proporcionaram altura mais uniforme das plantas, especialmente nas avaliações de 28 e 35 dias.

Dessa forma, conclui-se que o bioestimulante apresenta potencial como ferramenta de manejo para reduzir os efeitos fitotóxicos do glifosato no algodoeiro e recomenda-se a continuidade dos estudos com outras cultivares e ambientes, visando aprimorar o manejo de bioestimulantes em sistemas agrícolas.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAPA. **Bahia conclui colheita da safra de algodão 2023/2024**. Associação Baiana dos Produtores de Algodão, 2024. Disponível em: <https://abapa.com.br/noticias/bahia-conclui-colheita-da-safra-de-algodao-2023-2024/>. Acesso em: 22 abr. 2025.

PPDB - Pesticide Properties Database. University of Hertfordshire. **AGRICULTURE AND ENVIRONMENT RESEARCH UNIT**. Disponível em: <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/>. Acesso em: 25 ago. 2025.

ANDRADE JUNIOR, E. R. et al. **DESTRUIÇÃO QUÍMICA DE RESTOS CULTURAIS DE VARIEDADES DE ALGODOEIRO RESISTENTES AO GHYPHOSATE**. XXIX Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, 2014, Londrina: SBCPD, 2014. Disponível em: <https://www.sbcpd.org/uploads/trabalhos/destruicao-quimica-de-restos-culturais-de-variedades-de-algodoeiro-resistentes-ao-ghyphosate-687.pdf> . Acesso em: 22 abr. 2025.

ARAÚJO, E. C. D. **CONSIDERAÇÕES SOBRE DERIVA E OUTROS FUNDAMENTOS TÉCNICOS NA APLICAÇÃO AÉREA E TERRESTRE DE AGROTÓXICOS**. Sindag, Pelotas - RS, v. 1, n. 1, p. 1-40, nov./2019. Acesso em: 22 abr. 2025.

ASSOCIAÇÃO MATO-GROSSENSE DOS PRODUTORES DE ALGODÃO (AMPA). **História do algodão**. Disponível em: <https://ampa.com.br/historia-do-algodao>. Acesso em: 22 abr. 2025.

BASF. **FiberMax FM 945STP – Semente de algodão**. Disponível em: <https://agriculture.basf.com/br/pt/protecao-de-cultivos-e-sementes/produtos/fibermax/variedades-fibermax/FM-945STP>. Acesso em: 25 mar. 2025.

BUENO, D. **Recuperação de estresse vegetal por fitotoxicidade**. Agrotécnico, 12 set. 2022. Disponível em: <https://agrotecnico.com.br/recuperacao-de-estresse-por-fitotoxicidade/> . Acesso em: 28 abr. 2025.

CARVALHO, L. B. *et al.* **Differential response of corn and soybean RR crops to exposure to glyphosate and phosphate fertilization**. Planta Daninha, v. 4, n. 33, p. 751-758, 2015.

CONSTA, S.R.; BUENO, M.G. **A saga do algodão: das primeiras lavouras à ação na OMC**. Rio de Janeiro: Insight Engenharia, 2004. 144 p.

DOLLINGER J., DAGÉS C., VOLTZ M. **Glyphosate sorption to soils and sediments predicted by pedotransfer functions**. Environmental chemistry letters, 13 (3): 293- 307, 2015. Acesso em: 22 abr. 2025.

ELSENBACH, R. et al. **Avaliação de bioestimulantes no crescimento inicial das plantas**. Centro Universitário Atenas, 2023. Disponível em: https://www.atenas.edu.br/uniatenas/assets/files/spic/monography/1/13/AVALIACAO_DE_BIOESTIMULANTES_NO_CRESCIMENTO_INICIAL_DAS_PLANTAS_2023.pdf. Acesso em: 04 set. 2025.

EMBRAPA. **Avaliação dos teores foliares de clorofila em plantas de algodoeiro sob diferentes condições ambientais**. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/906415/1/FIS005Poster.022.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2025.

EMBRAPA. **Manejo de Plantas Daninhas na Cultura do Algodoeiro**. Infoteca Embrapa, Campina Grande, PB Agosto, 2006. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/274819/1/CIRTEC96.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2025.

EMBRAPA. **Sobre o tema plantas daninhas**. Portal Embrapa, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-plantas-daninhas/sobre-o-tema>. Acesso em: 24 abr. 2025.

FERREIRA, A. C. D. B; LAMAS, F. M.; PROCÓPIO, S. D. O. **Sintomas de Fitotoxidez de Herbicidas no Algodoeiro**. Embrapa, Campina Grande, PB, v. 1, n. 1, p. 1-17, out./2007. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPA-2009-09/21185/1/CIRTEC109.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2025.

GAZZIERO, D. L. P; SILVA, A. F. D. **Caracterização e manejo de Amaranthus palmeri**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Londrina - PR, v. 1, n. 1, p. 1-40, abr./2017. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/159778/1/Doc-384-OL.pdf>. Acesso em: 5 jun. 2023.

HEAP, I. **The International Herbicide-Resistant Weed Database**. . Disponível em: <https://www.weedscience.org/Home.aspx>. Acesso em: 5 jun. 2023.

ISAAA - INTERNATIONAL SERVICE FOR THE ACQUISITION OF AGRI-BIOTECH APPLICATIONS. **GM Approval Database.** Disponível em: <https://www.isaaa.org/gmapprovaldatabase/>. Acesso em: 25 ago. 2025.

KUBIAK, A, et al. **The problem of weed infestation of agricultural plantations vs. the assumptions of the european biodiversity strategies.** *Agronomy*, v. 12, n. 8, 2022. <https://doi.org/10.3390/agronomy12081808>. Acesso em: 25 abr. 2025.

LIMA, R. S. **Subdoses do glyphosate em Brachiaria e sua eficácia com adubação nitrogenada.** 2018. 78 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga. Disponível em: <https://www2.uesb.br/ppg/ppgagronomia/wp-content/uploads/2017/03/RAELLY-DA-SILVA-LIMA-TESE-2018.pdf>. Acesso em: 12 mai. 2025

MILLER, P. C. H. **Spray drift and its measurement.** In: MATTHEWS, G. A.; HISLOP, E. C. (Eds.). *Application Technology for Crop Protection*. Wallingford, UK: CAB International, 1993. p. 101–122.

MORAES, I. C, et al.. **Efeitos do glifosato na morfologia e no ciclo celular de plântulas de soja tolerantes e sensíveis ao herbicida.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 59, e03432, 2024. Disponível em: <https://apct.sede.embrapa.br/pab/article/view/27736>. Acesso em: 04 set. 2025.

NETTO, G. *et al.* Controle de *Amaranthus palmeri* **Resistente a Inibidores da ALS e EPSPS por Herbicidas Alternativos Aplicados em Pré e Pós-Emergência.** *SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS*, São Paulo - SP, v. 1, n. 1, p. 1-8, nov./2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pd/a/tRqkBrrhjRm8NZdfYm5GfBn/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 24 abr. 2025.

NOVICHONOK, E. V; et al. **Use of the atLEAF+ chlorophyll meter for a nondestructive estimate of chlorophyll content.** *Photosynthetica*, v. 54, n. 1, p. 130–137, 2016.

PINHO et al. **REVERSÃO DA FITOTOXIDEZ POR GLIFOSATO COM APLICAÇÃO DE AMINOÁCIDOS EM MUDAS DE CAFÉ CONILON (*Coffea canephora P.*) CLONE LB.1 DEMUNER.** Volume 7 / Número 1 / Ano 2021 – p. 01-11. Disponível em: <https://ojs.ifes.edu.br/index.php/ric/article/download/1017/722/4609BR&sa=X&ei=BdoQaLq>

5Hua16rQPn5OZ6Q4&scisig=AFWwaeYnPjWidjMOpCJdbb3zRMIv&oi=scholar. Acesso em: 18 abr. 2025.

SECOM BA. **Safra 2023/24: Começa a colheita do algodão na Bahia, segundo maior estado produtor do Brasil.** Governo do Estado da Bahia, maio 2024. Disponível em: <https://www.ba.gov.br/comunicacao/2024/05/noticias/safra-2023-24-comeca-a-colheita-do-algodao-na-bahia-segundo-maior-estado-produtor-do-brasil/>. Acesso em: 28 abr. 2025.

SILVA, A. F. D. *et al.* **Levantamento da Resistência de Plantas Daninhas a Herbicidas no Oeste Baiano . Embrapa Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, MG, v. 1, n. 1, p. 1-13, fev./2018. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/173044/1/doc-220.pdf>. Acesso em: 5 jun. 2025.

SILVA, J. M.; et al. **Bioestimulantes na cultura do algodoeiro: efeitos sobre o teor de clorofila e crescimento inicial.** *Revista Agroambiental*, v. 13, n. 1, p. 1–9, jan./mar. 2021.

SILVA, J. A. A.; et al. **Aminoácidos como recuperadores de plantas de milho intoxicadas por nicosulfuron.** Embrapa Milho e Sorgo, 2010. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/865340/aminoacidos-como-recuperadores-de-plantas-de-milho-intoxicadas-por-nicosulfuron>. Acesso em: 14 jun. 2025

SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS – SBCPD. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas.** Londrina: 1995. 42p. Acesso em: 28 abr. 2025.

SOUSA, L. B. de. **O Algodoeiro: alguns aspectos importantes da cultura.** *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 5, n. 4, p. 19-26, 2010. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/388>. Acesso em: 25 abr. 2025.

TMG (TROPICAL MELHORAMENTO & GENÉTICA). **Qualidade aprimorada da fibra confere novos mercados ao algodão e Brasil se estabelece como líder global.** TMG, 4 set. 2024. Disponível em: <https://www.tmg.agr.br/qualidade-aprimorada-da-fibra-confere-novos-mercados-ao-algodao-e-brasil-se-estabelece-como-lider-global/>. Acesso em: 28 abr. 2025

VASCONCELOS, M.C.C.; DA SILVA, A.F.A.; LIMA, R.S. **Interferência de plantas daninhas sobre plantas cultivadas**. Agropecuária Científica no Semiárido, v. 8, n. 1, p. 1–6, 21 ago. 2012. Disponível em: <http://www.revistas.ufcg.edu.br/acsa/index.php/ACSA/article/view/159>. Acesso em: 24 abr. 2025.

VIDAL, R.A., FLECK, N.G. **Análise do risco da ocorrência de biótipos de plantas daninhas resistentes aos herbicidas**. Planta Daninha. Viçosa, v. 31, p. 887-892, 1997.

YAMADA T., CASTRO P. R. C. **Efeitos do glifosato nas plantas: implicações fisiológicas e agronômicas**. International plant nutrition institute. Piracicaba: Informações Agronômicas, 24. (Boletim Técnico 119), 2007. Acesso em: 22 abr. 2025.

YAMASHITA, O. M.; GUIMARÃES, S. C. **Qualidade de sementes de algodão provenientes de plantas tratadas com doses reduzidas de glifosato, simulando deriva**. Planta Daninha, Viçosa-MG, v. 24, n. 2, p. 353-358, 2006.