



**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO EM AGRONOMIA**

FABIANA FERREIRA FAVA

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE SEMENTES DE ALGODÃO EM FUNÇÃO DO
USO DE BIOESTIMULANTES NO CAMPO DE PRODUÇÃO E EM
TRATAMENTO DE SEMENTES**

Presidente Prudente - SP
2025



**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO EM AGRONOMIA**

FABIANA FERREIRA FAVA

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE SEMENTES DE ALGODÃO EM FUNÇÃO DO
USO DE BIOESTIMULANTES NO CAMPO DE PRODUÇÃO E EM TRATAMENTO
DE SEMENTES**

Dissertação apresentada Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade do Oeste Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Área de concentração: Produção Vegetal.

Orientadora:
Profª. Drª. Ceci Castilho Custódio

Presidente Prudente - SP
2025

Catálogo Internacional de Publicação (CPI)

631.521 F272a	Fava, Fabiana Ferreira. Avaliação da qualidade de sementes de algodão em função do uso de bioestimulantes no campo de produção e em tratamento de sementes / Fabiana Ferreira Fava. Presidente Prudente, 2025. 44 f. f.: il. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade do Oeste Paulista – Unoeste, Presidente Prudente, SP, 2025. Bibliografia. Orientador: Ceci Castilho Custódio 1. Bioestimulante. 2. Pré-condicionamento. 3. Algodoeiro. I. Título.
------------------	--

Bibliotecária: Sofia da Cunha Gonçalves – CRB 8\10943.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: “AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE SEMENTES DE ALGODÃO EM FUNÇÃO DO USO DE BIOESTIMULANTES NO CAMPO DE PRODUÇÃO E EM TRATAMENTO DE SEMENTES”

AUTOR(A): FABIANA FERREIRA FAVA

ORIENTADOR(A): Profa. Dra. Ceci Castilho Custódio

Aprovado(a) como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE em AGRONOMIA

Área de Concentração PRODUÇÃO VEGETAL, pela Comissão Examinadora:

Profa. Dra. CECI CASTILHO CUSTÓDIO (orientadora)

UNOESTE - Universidade do Oeste Paulista / Presidente Prudente (SP)

Profa. Dra. ADRIANA LIMA MORO

UNOESTE - Universidade do Oeste Paulista / Presidente Prudente (SP)

Profa. Dra. JULIANA PEREIRA BRAVO

UNILASALLE - Universidade La Salle / Lucas do Rio Verde (MT)

Data da realização: Presidente Prudente, 27 de março de 2025.



UNIVERSIDADE DO OESTE PAULISTA

Reconhecida pela Portaria ME nº 83/87 D.O.U. 16/02/87
Recredenciada pela Portaria MEC nº 413 D.O.U. 27/03/17
Mantida pela Associação Prudentina de Educação e Cultura - A.P.E.C.

Campus I Rua José Bongiovani, 700 • Cidade Universitária • CEP 19050-920 • Presidente Prudente SP • Tel: 18 3229-1000 | Campus II Rodovia Raposo Tavares, KM 572 • Bairro Limoeiro • CEP 19067-175 • Presidente Prudente SP • Tel: 18 3229-2000
Campus Jdú Avenida Antonio de Almeida Pacheco, 2945 • 2ª Zona Industrial • Jdú SP • Tel: 14 3624-1109 | Campus Guarujá Rua Albertino Pedro, 75 | Condomínio Guarujá Central Park • Enseada • CEP 11441-225 • Guarujá SP • Tel: 13 3386-3002

Central de Assinaturas Eletrônicas

Sobre o documento

Assunto: Documento eletrônico
Status do documento: Concluído
Data de criação do documento: 01/04/2025 15:23
Fuso horário: (UTC-03:00) Brasília
Número de assinaturas: 3
Solicitante: KEID RIBEIRO KRUGER (#6080552)

Signatários do documento

CECI CASTILHO CUSTODIO (PROFESSOR)

ceci@unoeste.br
Recebido em 01/04/2025 15:23
Assinado em 03/04/2025 08:42
Assinatura Interna UNOESTE
Usando endereço IP: 177.131.39.1
ID da assinatura: 4623922

ADRIANA LIMA MORO (PROFESSOR)

adrianamoro@unoeste.br
Recebido em 01/04/2025 15:23
Assinado em 01/04/2025 15:41
Assinatura Interna UNOESTE
Usando endereço IP: 177.131.39.1
ID da assinatura: 4623923

JULIANA PEREIRA BRAVO (SIGNATÁRIO EXTERNO)

juliana.bravo@unilasalleluucas.edu.br
Recebido em 01/04/2025 15:23
Assinado em 01/04/2025 15:38
Assinatura Interna UNOESTE
Usando endereço IP: 138.99.19.178
ID da assinatura: 4623924

URL do documento: <https://www.unoeste.br/ca/cf17b908>

Assinatura digital do documento: 1774c4d9c9e67d79f6b93ef7297a6b2ea6a9cd9d0ef1c1a62fecc2447d109cc4

UNOESTE - Universidade do Oeste Paulista

Mantida pela Associação Prudentina de Educação e Cultura - APEC

Utilize o QRCode abaixo para conferir a autenticidade deste documento:



DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha mãe Carmen Lúcia, cuja presença, apoio e amor incondicional foram fundamentais para a realização deste sonho.

Aos meus pais, que sempre acreditaram em mim e me incentivaram a seguir em frente, mesmo nos momentos mais desafiadores. Sua sabedoria e exemplos de vida são a base de tudo o que sou e conquistei.

Ao meu parceiro de vida, Daniel Chiodelli, que esteve ao meu lado em cada etapa desta jornada, oferecendo amor, paciência e compreensão, tornando possível a concretização deste projeto.

A minha filha, Ana Flávia, que é a minha maior inspiração para seguir adiante e buscar sempre o melhor.

A orientadora, Ceci Castilho Custódio, pela orientação e confiança depositada em mim.

Este trabalho é, acima de tudo, uma homenagem a vocês.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pela força e perseverança para superar cada obstáculo ao longo deste percurso. A minha filha Ana Flávia e ao meu companheiro Daniel pela compreensão nos momentos de ausência, oferecendo apoio emocional e palavras de incentivo nos momentos mais difíceis.

Aos meus pais, Carmen Lúcia e Antônio, pela educação, amor e apoio incondicional em todas as fases da minha vida.

A minha orientadora, Ceci Castilho Custódio, pela paciência, orientação, e por acreditar no meu potencial, guiando-me com sabedoria e dedicação. Agradeço também aos professores e colegas do programa de mestrado, cujas trocas de conhecimento e experiências enriqueceram minha formação acadêmica e pessoal.

Ao programa de cooperação institucional PCI Unoeste – Unilasalle que permitiu o oferecimento do Mestrado Acadêmico em Agronomia.

Por fim, agradeço a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho. Esta conquista é fruto de um esforço coletivo sou imensamente grata.

*“Não devemos chamar o povo à escola
para receber instruções, postulados, receitas,
ameaças, repreensões e punições, mas para
participar coletivamente da construção de um saber,
que vai além do saber de pura experiência feita,
que leve em conta as suas necessidades e o torne
instrumento de luta, possibilitando-lhe ser sujeito
de sua própria história”.*

(Paulo Freire)

RESUMO

Avaliação da qualidade de sementes de algodão em função do uso de bioestimulantes no campo de produção e em tratamento de sementes

A qualidade das sementes é determinada por fatores genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários, influenciando diretamente a produtividade agrícola. Este estudo avaliou o impacto dos bioestimulantes Stimulate® e Biozyme® na qualidade das sementes de algodão em campo e no tratamento via condicionamento fisiológico. O experimento foi realizado em Lucas do Rio Verde – MT, com análises laboratoriais realizadas na UNOESTE, em Presidente Prudente – SP. Os bioestimulantes foram aplicados em campo nas fases V3 e B1 e, em laboratório, por condicionamento fisiológico. A avaliação incluiu altura de plantas, produtividade, rendimento de pluma e semente, além da qualidade das sementes maduras e imaturas, utilizando os mesmos testes descritos a seguir. A avaliação do condicionamento fisiológico, por 24 horas a 25 °C com aeração, constou dos seguintes testes de qualidade de sementes: germinação por plântulas normais, germinação por protrusão da raiz, área sob a curva de germinação acumulada, tempo médio de germinação, tempo para 20% da germinação em função do total de sementes, tempo entre 25 e 75% da germinação máxima, comprimento por plântula, comprimento por total de sementes, massa seca por plântula e massa seca por total de sementes. Concluiu-se que a aplicação dos bioestimulantes, em campo, resultou em aumento da proporção de sementes imaturas para os dois produtos para acima de 18%, enquanto o Stimulate® reduziu também a produtividade. O condicionamento fisiológico com Biozyme® mostrou efeitos mais consistentes e favoráveis nos comprimentos hipocótilo-raiz acima de 11,1 cm.pl¹ e na massa de plântulas quando comparado ao Stimulate®, valor superior a 0,026 g.totsem¹. O condicionamento fisiológico com água apresentou, para muitas variáveis, efeito semelhante ao uso de bioestimulantes e superiores à semente não tratada com condicionamento fisiológico.

Palavras-chave: Bioestimulantes; pré-condicionamento; algodoeiro.

ABSTRACT

Evaluation of the quality of cotton seeds according to the use of biostimulants in the production field and in seed treatment

Seed quality is determined by genetic, physical, physiological and health factors, directly influencing agricultural productivity. This study evaluated the impact of the biostimulants Stimulate® and Biozyme® on the quality of cotton seeds in the field and in treatment via physiological conditioning. The experiment was carried out in Lucas do Rio Verde – MT, with laboratory analyzes carried out at UNOESTE, in Presidente Prudente – SP. The biostimulants were applied in the field in phases V3 and B1 and, in the laboratory, by physiological conditioning. The evaluation included plant height, productivity, plume and seed yield, in addition to the quality of mature and immature seeds, using the same tests described below. The evaluation of physiological conditioning, for 24 hours at 25 °C with aeration, consisted of the following seed quality tests: germination by normal seedlings, germination by root protrusion, area under the curve of accumulated germination, average germination time, time to 20% of germination as a function of total seeds, time between 25 and 75% of maximum germination, length per seedling, length per total seed, dry mass per seedling and dry mass per total number of seeds. It was concluded that the application of biostimulants in the field resulted in an increase in the proportion of immature seeds for both products above 18% while Stimulate® also reduced productivity. Physiological conditioning with Biozyme® showed more consistent and favorable effects on hypocotyl-root lengths above 11.1 cm.pl¹ and on seedling mass when compared to Stimulate®, a value higher than 0.026 g.totsem¹. Physiological conditioning with water presented, for many variables, an effect similar to the use of biostimulants and superior to seeds not treated with physiological conditioning.

Keywords: Biostimulants; pre-conditioning; priming; cotton.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 —	Temperatura e Precipitação Pluviométrica.....	18
Figura 2 —	Ensaio em campo.....	20
Figura 3 —	Colheita do campo.....	20
Figura 4 —	Imagem das sementes imaturas (A) e maduras (B) após ser deslintadas com ácido sulfúrico.....	21

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 —	Análise química do solo (profundidade 0-20cm)	17
Tabela 2 —	Produtos e doses de bioestimulantes utilizados em campo no algodoeiro.....	19
Tabela 3 —	Altura de plantas do algodoeiro em campo nas fases fenológicas B1, F1 e C1.....	24
Tabela 4 —	Produtividade do algodão, rendimento de pluma e peso de semente bruta.....	25
Tabela 5 —	Massa de 100 sementes imaturas e maduras e proporção das frações nas amostras de sementes produzidas por plantas controle e tratadas com os bioestimulantes	25
Tabela 6 —	Qualidade das sementes deslintadas maduras e imaturas de sementes produzidas por plantas controle e tratadas com os bioestimulantes	26
Tabela 7 —	Umidade base úmida e umidade base seca ao final do condicionamento fisiológico (%)	27
Tabela 8 —	Germinação por protrusão raiz (%), Germinação por plântulas normais (%) e Uniformidade de germinação (U7525) horas de sementes de algodão em função do uso de bioestimulantes no campo de produção e em tratamento de sementes via condicionamento fisiológico.....	27
Tabela 9 —	Velocidade de germinação – MGT (horas), Velocidade de germinação – $t_{20\%}$ totsem ⁻¹ horas e Área sob a curva de germinação acumulada (AUC) de sementes de algodão em função do uso de bioestimulantes no campo de produção e em tratamento de sementes via condicionamento fisiológico.....	29
Tabela 10 —	Comprimento hipocótilo-raiz de plântula (cm.pl ⁻¹), Comprimento hipocótilo-raiz por total de sementes (cm.totsem ⁻¹), Massa de plântula (g.pl ⁻¹) e Massa de plântula (g.totsem ⁻¹) de sementes de algodão em função do uso de bioestimulantes no campo de produção e em tratamento de sementes via condicionamento fisiológico.....	30

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	REVISÃO DE LITERATURA	12
3	OBJETIVO.....	16
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	17
4.1	Campo.....	17
4.1.1	Descrição do local.....	17
4.1.2	Delineamento experimental e tratamentos.....	18
4.1.3	Instalação e condução do experimento.....	18
4.1.4	Variáveis avaliadas.....	19
4.1.5	Análise estatística.....	20
4.2	Laboratório.....	20
4.2.1	Descrição do local.....	20
4.2.2	Delineamento experimental e tratamentos.....	20
4.2.3	Instalação e condução do experimento.....	21
4.2.4	Variáveis avaliadas.....	22
4.2.5	Análise estatística.....	23
5	RESULTADOS.....	24
6	DISCUSSÃO.....	32
7	CONCLUSÃO.....	38
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	39
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40

1 INTRODUÇÃO

O algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.) é a principal fonte comercial de fibra natural para a indústria têxtil em todo o mundo. Atualmente o Brasil tem se mantido entre os cinco maiores produtores mundiais, ao lado de países como China, Índia, EUA e Paquistão (ABRAPA, 2023), ocupando o primeiro lugar em produtividade em sequeiro e um dos maiores exportadores mundiais. O cenário interno é promissor, pois está entre os maiores consumidores mundiais de algodão em pluma. De acordo com levantamento da safra 2023/24 (CONAB, 2024), a produção de pluma de algodão atingiu 3,65 milhões de toneladas, a área plantada foi de 1.944,2 mil hectares, 16,9 % superior que a safra 2022/23 (CONAB, 2023).

Embora exista um pacote tecnológico bastante avançado para produção de algodão, a falta de sementes de algodão de qualidade tem sido considerada uns dos maiores problemas. Sementes de boa qualidade de variedades melhoradas é um dos principais insumos para atingir altas produções de algodão com mais benefícios econômicos (Rehman *et al.*, 2020).

Para obter uma pluma de algodão de boa qualidade é necessário que sejam produzidas sementes com alta capacidade fisiológica determinadas em laboratórios de análises de sementes. A cultura do algodão apresenta variação na germinação conforme às condições as quais são submetidas, mas com o surgimento de variedades recentes são necessários novos estudos para determinação de metodologias mais eficazes de produção (Araújo *et al.*, 2018).

Justifica-se a realização de estudos sobre a aplicação de bioestimulantes em campo e no tratamento de sementes em laboratório, como o condicionamento fisiológico, para potencial uso em larga escala. Caso sejam eficazes, esses recursos podem beneficiar os produtores e a indústria, garantindo sementes de algodão com alta germinação e desenvolvimento uniforme. Neste estudo, as condições adversas de campo, especialmente a redução do índice pluviométrico após o plantio, impactaram fases críticas da cultura, como floração e formação dos capulhos, que demandam até 60% da água consumida.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A qualidade das sementes do algodoeiro é totalmente dependente das técnicas empregadas na pré-colheita e pós-colheita. Durante o processamento do algodão, os processos de descaroçamento, de deslintamento e de classificação podem provocar perdas quanti-qualitativas de sementes. O algodão em caroço passa por uma série de equipamentos para a obtenção das sementes e todos eles, de alguma forma, podem provocar danificações nas sementes e prejudicar o seu potencial fisiológico (Souza, 2009).

O algodão, por se tratar de material altamente higroscópico, pode ganhar ou perder umidade para o meio em que se encontra, até entrar em equilíbrio com o mesmo. Recomenda-se o armazenamento da semente de algodão com teor de água abaixo de 10%, por, no máximo, oito meses, em condições de ambiente com valores médios de 26 °C e 57% de umidade relativa do ar. Nessas condições, sementes de alto vigor podem apresentar valores de germinação dentro dos padrões de comercialização até os dez meses de armazenamento; porém, em ambientes com alta umidade relativa do ar, a germinação pode ser reduzida pela metade após o primeiro mês de armazenamento (Belóti; Vilela, 2020).

O teor de umidade ideal da fibra do algodão durante o beneficiamento deve ficar entre 9-10%, o extremo com limites máximos de 12% e mínimo de 7%, devem ser evitados. Como se percebe, a umidade é de vital importância no armazenamento do algodão e os fardos só podem ser armazenados com umidade máxima de 10%, para evitar problemas de perda de qualidade e fermentação visto que, em caso de umidade maior, poderá ocorrer o fenômeno da cavitomia, em que a fibra poderá pegar fogo pela ação excessiva de calor gerado no processo, devido à fermentação, excesso de umidade e ação de microorganismos (Costa *et al.*, 2005). As técnicas de produção, armazenamento, deslintamento e tratamento de sementes de algodoeiro melhoraram significativamente na última década, porém o mesmo avanço não ocorreu com os testes para determinação do potencial fisiológico das sementes para estimar o desenvolvimento de lotes comerciais no campo, principalmente quando as condições ambientais no momento da semeadura são menos favoráveis (Mattioni *et al.*, 2009).

A preparação de sementes é uma técnica econômica de hidratação para estimular a germinação rápida e a emergência homogênea de plântulas. Numerosos fatores, como redução no tempo de embebição, ativação de enzimas pré-

germinativas, aumento da produção de metabólitos e ajuste osmótico contribuem para o aumento e a uniformidade da germinação de sementes preparadas (Rhaman *et al.*, 2020). O priming, pré-condicionamento ou condicionamento fisiológico consiste em embeber as sementes em água por um período controlado e, em seguida, secá-las antes do plantio. Isso inicia os processos metabólicos de germinação, sem que ocorra a protrusão da radícula, a primeira raiz (Chakma *et al.*, 2021).

A qualidade da semente pode ser descrita como sendo a soma de todas as propriedades genéticas, físicas, fisiológicas e sanitárias, as quais irão influenciar a sua capacidade de originar plantas com alta capacidade produtiva (Marcos Filho, 2015). Para determinar a qualidade da semente do algodoeiro se emprega os testes de germinação, primeira contagem da germinação, germinação a baixa temperatura, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica, lixiviação de potássio e teor de água, entre outros.

De acordo com Bélot; Vilela (2020), sementes de boa qualidade proporcionam a lavoura: emergência de plântulas mais rápida e crescimento mais vigoroso das raízes; plântulas mais tolerantes ao estresse inicial, causado pelos fatores abióticos; estabelecimento uniforme do estande, com melhor arranjo espacial e menor risco de replantio; maior resistência às pragas e às doenças iniciais; menor aparecimento de plantas invasoras, pragas e doenças e maior facilidade de controle; redução na incidência de doenças transportadas e transmitidas por sementes, maiores números de botões florais e de capulhos, rendimento de fibras, rendimento de caroço e rendimento total de 19 a 20% maior.

Em busca de aumentar a qualidade das sementes de algodão, estão sendo estudados estimulantes vegetais, que são substâncias eficientes na promoção do crescimento e desenvolvimento das plantas, influenciando desde a germinação até o crescimento e desenvolvimento inicial das plantas (Santos, 2004).

Dentre os principais hormônios encontrados nos estimulantes vegetais, destacam-se as citocininas, as auxinas e as giberelinas. As citocininas regulam processos como morfogênese, maturação de cloroplastos e senescência (Taiz *et al.*, 2017), além de possuírem capacidade de promover divisão celular. As auxinas, de grande importância regulatória no crescimento celular, necessitam de baixos níveis para promover o crescimento radicular, ao contraponto que altas concentrações atuem como inibidores do crescimento das raízes (Vieira, 2001). O efeito das auxinas é frequentemente influenciado por sua proporção com as citocininas. As giberelinas

participam do processo de germinação de sementes, ativando enzimas hidrolíticas, que atuam ativamente no desdobramento das substâncias de reserva (Vieira, 2001).

O Stimulate® é um bioestimulante líquido, composto por três reguladores vegetais: 0,009% de cinetina (citocinina), 0,005% de ácido giberélico (giberelina) e 0,005% de ácido indolbutírico (auxina). Esse produto pode ser aplicado via tratamento de sementes ou foliar e possui a capacidade de estimular o desenvolvimento radicular, aumentando a absorção de água e nutrientes pelas raízes, podendo favorecer também o equilíbrio hormonal da planta (Stoller do Brasil, 1998).

O uso do biorregulador sobre a cultura do algodão, em várias doses e formas de aplicação, propiciou aumento significativo para a produtividade de pluma, rendimento de fibra, massa média do capulho e a uniformidade das fibras, além de não resultar em fitotoxicidade do produto para as plantas (Albrecht *et al.*, 2009).

Outro produto utilizado é o Biozyme®, classificado como um fertilizante mineral misto, que também pode ser aplicado via tratamento de sementes ou via foliar nas fases de desenvolvimento vegetativo, perfilhamento, início de brotações, estolonização, tuberização, floração e início do desenvolvimento dos frutos. Contém em sua formulação macro e micronutrientes combinados com extratos vegetais hidrolizados, que proporcionam uma melhoria em diversos processos metabólicos e fisiológicos das plantas como a divisão e o alongamento celular, translocação de nutrientes, síntese de clorofila, tuberização e bulbificação, diferenciação de gemas, fixação de frutos, mantendo o equilíbrio nutricional e fisiológico das plantas (Arysta, 2018).

Atualmente a empresa detentora é a UPL, que garante em sua composição macro e micronutrientes (0,1% à 5% de Sulfato Ferroso; 0,5% à 1,5% de Sulfato de Manganês; 0,1% a 7% de Solução de nitrato de Zinco, além de N: 1% p/p ou 18 g L⁻¹; K₂O: 5% p/p ou 60 g L⁻¹; B: 0,08% p/p ou 0,96 g L⁻¹; Fe: 0,40% p/p ou 4,8 g L⁻¹; Mn: 1% p/p ou 12 g L⁻¹; S: 1% p/p ou 12 g L⁻¹; Zn: 2% p/p ou 24 g L⁻¹; Carbono orgânico: 3,5% p/p ou 42 g L⁻¹) combinados com extratos vegetais hidrolisados, que promovem aumento da divisão e alongamento celular, translocação de nutrientes, síntese de clorofila, diferenciação de gemas e fixação de frutos (UPL, 2024).

O uso de biofertilizantes a base de macronutrientes, micronutrientes, aminoácidos, extratos vegetais e outras substâncias e complexos naturais, aplicados no momento específico promove efeito no crescimento, desenvolvimento e produtividade (Cavalcante *et al.*, 2020), além de serem capazes de melhorar a

tolerância da planta contra uma ampla gama de estresses abióticos (Rouphael; Colla, 2020).

No entanto, alguns pesquisadores têm observado que o efeito do bioestimulante pode ser influenciado por fatores genéticos (Bertolin *et al.*, 2010) e ambientais (Ávila *et al.*, 2010). Baldo *et al.* (2009) verificaram, trabalhando com a cultura do algodoeiro, que o uso do biostimulante não proporcionou melhoria ao desenvolvimento das plantas quando submetidas à deficiência hídrica.

3 OBJETIVO

Avaliar a influência do uso dos bioestimulantes comerciais Stimulate® e Biozyme® na qualidade das sementes do algodoeiro em campo de produção e em tratamento de sementes via condicionamento fisiológico.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Campo

4.1.1 Descrição do local

O experimento foi conduzido na safra 2023 na área experimental localizada em Lucas do Rio Verde, Mato Grosso (MT), após a cultura de soja. A área foi escolhida por apresentar características representativas da região. A análise do solo da área experimental, conforme detalhado na Tabela 1, revelou que o solo é classificado como Tipo 3, predominando Argissolos e Latossolos, com 47% de argila, 10% de silte e 43% de areia, indicando uma textura média.

Tabela 1 — Análise química do solo (profundidade 0-20cm)

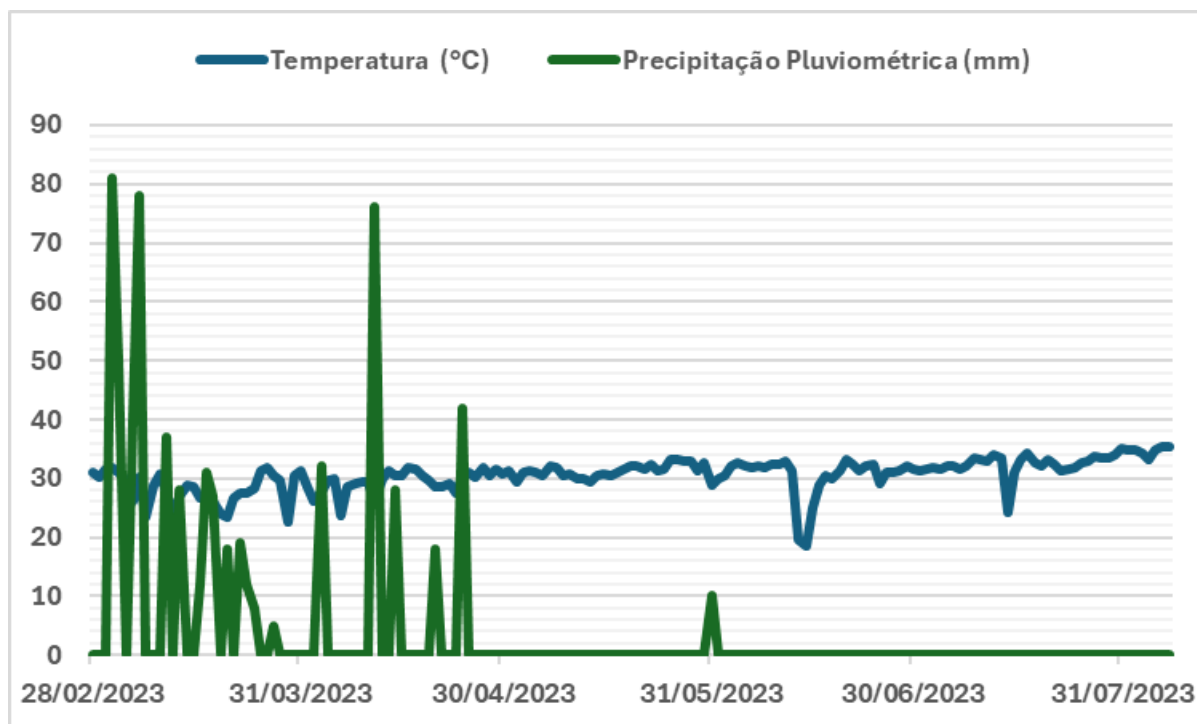
pH	P	K	K	Ca	Mg	M.O	H ⁺ Al	SB	CTC	V	M	M.O
H ₂ O	mg dm ⁻³					cmolc dm ⁻³		cmolc dm ⁻³		%	%	dag kg ⁻¹
5,6	28,4	26	0,07	3,2	1,3	4	5,7	4,57	10,27	44	0	4

ca/mg	Ca/k	Mg/k	ca/ctc	mg/ctc	k/ctc	B	Cu	Fe	Mn	Zn	S
relação entre base			relação entre base e ctc					mg dm ⁻³			
2,5	45,7	18,6	31	13	1	0,24	0,9	71	11,2	4,5	17

Fonte: A autora.

Durante a condução do experimento foram coletadas informações de Temperatura (°C) e Precipitação pluviométrica (mm) demonstrada na Figura 1.

Figura 1 — Temperatura e Precipitação Pluviométrica.



Fonte: A autora.

4.1.2 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com cinco repetições. A distribuição dos tratamentos foi aleatória dentro de cada bloco para minimizar os efeitos de variabilidade espacial. Cada unidade experimental foi composta por parcelas de 6 linhas com espaçamento de 1 m com 7 m de comprimento, dimensões adequadas para o tratamento em estudo. A área de cada parcela foi de 42 m², o que permitiu a análise estatística robusta.

O experimento incluiu os seguintes tratamentos controle com uso apenas da água, Stimulate® e Biozyme®.

4.1.3 Instalação e condução do experimento

A instalação do experimento ocorreu em 28 de fevereiro de 2023, e a colheita, em 7 de agosto de 2023. A cultivar de algodão utilizada foi a TMG 22 GLTP. A aplicação dos bioestimulantes Stimulate® e Biozyme® via foliar ocorreu em dois momentos: a primeira quando a cultura atingiu o estágio de desenvolvimento V3

(estádio vegetativo) e a segunda no estágio B1 (aparecimento do primeiro botão floral). Na Tabela 2 apresenta a descrição das doses e composição dos produtos para cada tratamento.

Tabela 2 — Produtos e doses de bioestimulantes utilizados em campo no algodoeiro.

Tratamento	Dose (mL.ha⁻¹)	Calda (L.ha⁻¹)	Composição
T1 - Controle (água)		150	
T2 - Stimulate®	250	150	cinetina 0,09 g L ⁻¹ , ácido giberélico 0,05 g L ⁻¹ e ácido indolbutírico 0,05 g L ⁻¹
T3 -Biozyme®	200	150	N 12 g L ⁻¹ , K ₂ O 60 g L ⁻¹ , S 12 g L ⁻¹ , Zn 24 g L ⁻¹ , Mn 12 g L ⁻¹ , Fe 4,8 g L ⁻¹ e B 0,96 g L ⁻¹

Fonte: A autora.

4.1.4 Variáveis avaliadas

Para as avaliações quantitativas, foram escolhidas e marcadas cinco plantas representativas de cada parcela. A mensuração da altura das plantas ocorreu nas fases fenológicas de B1(aparecimento do primeiro botão floral), F1 (abertura da primeira flor) e C1 (abertura do primeiro capulho), em todas as fases avaliadas foi realizada com o auxílio de uma régua, medindo-se do solo até o último nó. Para a variável produtividade e rendimento, foram colhidas manualmente quatro linhas centrais de sete metros de comprimento, que foram levadas ao laboratório, onde as plumas com caroço foram pesadas e, posteriormente, enviadas para a beneficiadora para separação da semente e da pluma de algodão.

Figura 2 — Ensaio em campo.



Fonte: A autora.

Figura — Colheita do campo.



Fonte: A autora.

4.1.5 Análise estatística

Os dados de campo foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey (5%) utilizando o software AGROSTAT (Barbosa *et al.*, 2015).

4.2 Laboratório

4.2.1 Descrição do local

A avaliação da qualidade fisiológica das sementes, foi realizada no Laboratório de Análise de Sementes da Universidade do Oeste Paulista - UNOESTE, localizado em Presidente Prudente – SP.

4.2.2 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos inteiramente ao acaso, com cinco repetições. Os tratamentos de condicionamento compuseram com os tratamentos de campo um esquema fatorial sendo ele 3x4: três tratamentos de campo (controle, Stimulate® e Biozyme®) e quatro tratamentos de sementes (sem tratamento, água, Stimulate® 0,16% e Biozyme® 0,13%).

4.2.3 Instalação e condução do experimento

Ao chegar as amostras no laboratório as sementes passaram por um processo de deslinteramento que correspondeu a um tratamento químico via úmida, o método mais eficiente segundo Freire (2007), o qual emprega o ácido sulfúrico como agente de degradação da celulose que compõe a fibra do linter.

Aproximadamente porções de 300 sementes com linter de cada repetição ficaram imersas no ácido sulfúrico P.A. por 1 minuto, em seguida foram imersas em Becker contendo um litro de água para a neutralização imediata e depois lavadas em água corrente para finalização do processo de retirada de todo o resíduo, conforme Lopes *et al.* (2006), e secas em papel toalha, a temperatura ambiente, por 24 horas. Após o processo as sementes ficaram em ambiente a 20°C até o término do processo em todas as sementes necessárias para o tratamento com os bioestimulantes.

Após o deslinteramento foi possível separar as sementes de acordo com a cor do tegumento, mais claro indicando imaturidade e mais escuro característico da semente madura (Figura 2). Tanto as sementes maduras quanto imaturas foram quantificadas e pesadas para obtenção da massa de 100 sementes (Brasil, 2009) e o teor de água foi quantificado pelo método da estufa 105 ± 3 °C (Brasil, 2009).

Figura 4 — Sementes imaturas (A) e maduras (B) após ser deslinteradas com ácido sulfúrico.



Fonte: A autora.

As sementes maduras foram tratadas com os bioestimulantes na mesma concentração utilizada nas pulverizações no campo por meio de condicionamento fisiológico ou priming. O condicionamento fisiológico foi realizado na proporção de 60 sementes imersas em 20 mL de água ou solução de bioestimulantes, com cinco repetições, continuamente sob aeração, em ambiente a 25 °C por 24 horas. Após o processo o líquido foi drenado e as sementes secas sobre papel toalha por 48 horas. O teor de água foi quantificado logo após o condicionamento fisiológico ou priming (após a água ser drenada) e após a secagem ao ar em sala a 20 °C até equilíbrio. O teor de água foi quantificado pelo método de estufa a 105 ± 3 °C (Brasil, 2009).

4.2.4 Variáveis avaliadas

Após o processo de separação das sementes e condicionamento as mesmas na suas formas de imaturas, maduras e as sementes maduras tratadas e não tratadas com os bioestimulantes foram analisadas para obtenção dos seguintes parâmetros: Germ PN – germinação por plântulas normais; Germ PR – germinação por protrusão da raiz; AUC – área sob a curva de germinação acumulada; MGT - tempo médio de germinação; T20 – tempo para 20% da germinação em função do total de sementes; U7525 – tempo entre 25 e 75% da germinação máxima; C pl – comprimento por plântula; C tots – comprimento por total de sementes; M pl – massa seca por plântula; M tots – massa seca por total de sementes.

Os parâmetros foram obtidos por meio do teste de germinação que foi instalado com 25 sementes por repetição e cinco repetições em delineamento inteiramente casualizado em rolos de papel umedecidos com água na proporção de 2,5 vezes a massa de papel em água, em germinador a 25 °C, com avaliação diária por protrusão da raiz primária e, aos 7 dias após a semeadura, por avaliação de plântulas normais (Brasil, 2009). Com as avaliações diárias por protrusão de raiz - Germ PR – foram calculados outros parâmetros: AUC – área sob a curva de germinação acumulada; MGT - tempo médio de germinação; T20 – tempo para 20% da germinação em função do total de sementes; U7525 – tempo entre 25 e 75% da germinação máxima. Para avaliação do comprimento e massa das plântulas aos sete dias após a semeadura foram separadas as plântulas normais de cada repetição que foram medidas com uma régua graduada desde a inserção cotiledonar até a extremidade da raiz primária, denominada porção hipocótilo-raiz. As plântulas foram colocadas em embalagem de

papel para secagem em estufa a 65 °C, por 48 horas, pesadas para obtenção da massa seca. As medidas de comprimento e de massa seca foram expressas em cm por plântula ou por total de sementes da repetição (cm. pl⁻¹, cm. totsem⁻¹) e g por plântula ou por total de sementes por repetição (g. pl⁻¹, g. totsem⁻¹), respectivamente.

4.2.5 Análise estatística

Os dados de laboratório foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (5%) utilizando o software SISVAR (Ferreira, 2011) e para os cálculos de velocidade de Germ PR, AUC, MGT, T20, U7525 utilizando o software GERMINATOR (Joosen *et al.*, 2010).

5 RESULTADOS

A altura de plantas é uma variável importante no cultivo do algodoeiro, pois está associada ao vigor vegetativo, ao fechamento do dossel e ao equilíbrio entre crescimento e desenvolvimento reprodutivo. Estudos experimentais indicam que o uso de bioestimulantes pode influenciar significativamente essa característica morfológica. No comparativo entre os bioestimulantes Stimulate® e Biozyme®, observou-se que o tratamento com Stimulate® resultou em alturas intermediárias em todas as fases fenológicas avaliadas. Por outro lado, o Biozyme® promoveu menor crescimento em altura B1 (50,20 cm), F1 (81,80 cm) e C1 (85,20 cm), sendo responsável pelas menores médias em todas as fases. Notavelmente, o tratamento controle, sem aplicação de bioestimulantes, apresentou as maiores alturas de plantas, com destaque para as fases F1 (93,64 cm) e C1 (95,84 cm) na Tabela 3.

Tabela 3 — Altura de plantas do algodoeiro em campo nas fases fenológicas B1, F1 e C1.

Tratamento	B1 (cm)	F1 (cm)	C1 (cm)
Controle	58,04 a*	93,64 a*	95,84 a*
Stimulate®	55,04 a	88,24 ab	89,48 b
Biozyme®	50,20 b	81,80 b	85,20 b

Fonte: A autora.

*Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

O resultado da produtividade do algodão em caroço no campo foi mensurado logo após a colheita e em seguida no beneficiamento obteve o rendimento de pluma e o peso apenas do caroço conforme apresentado na Tabela 4. Os resultados indicam que o tratamento com Stimulate® proporciona uma produtividade de algodão em caroço 1240,71 kg ha⁻¹ e peso da semente bruta 2,08 g valores considerados semelhantes estatisticamente em relação ao controle, enquanto o Biozyme® resulta em menor produtividade 1053,14 kg ha⁻¹ e peso do caroço 1,75 g. Em relação aos tratamentos no rendimento de pluma, não houve diferença significativa entre eles.

Tabela 4 — Produtividade do algodão, rendimento de pluma e peso de semente bruta.

Tratamento	Produtividade	Rendimento de pluma		Peso de semente bruta	
	(kg ha ⁻¹)	(g)	%	(g)	%
Controle	1271,43 a	0,73 a	26	2,11 a	74
Stimulate®	1240,71 ab	0,78 a	27	2,08 ab	73
Biozyme®	1053,14 b	0,67 a	28	1,75 b	72

Fonte: A autora.

*Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Após o processo de deslintamento e secagem, foi observado um elevado índice de sementes imaturas em todos os tratamentos, conforme apresentado na Tabela 5. O tratamento com Stimulate® resultou na maior proporção de sementes imaturas (22,65%), além de apresentar valores relativamente elevados de umidade, tanto em sementes maduras (9,3%) quanto imaturas (10,1%). Esses dados sugerem um possível impacto negativo na uniformidade e no processo de maturação das sementes. Em contrapartida, o tratamento com Biozyme® apresentou a menor massa de sementes imaturas (2,71 g) e uma proporção intermediária de sementes imaturas (18,35%), acompanhada de uma umidade mais baixa (8,7%), o que pode indicar uma maturação mais eficiente. Já o tratamento controle, sem aplicação de bioestimulantes, foi o que apresentou a menor proporção de sementes imaturas (7,84%), indicando que, nesse caso específico, a ausência de bioestimulantes favoreceu a maturação plena das sementes.

Tabela 5 — Massa de 100 sementes imaturas e maduras e proporção das frações nas amostras de sementes produzidas por plantas controle e tratadas com os bioestimulantes após o deslintamento e secagem.

Tratamento	Massa de 100 sementes maduras	Massa de 100 sementes imaturas	Proporção de sementes imaturas no total	Umidade das sementes maduras	Umidade das sementes imaturas
	(g)	(g)	(%)	(% base úmida)	(% base úmida)
Controle	5,98	2,95	7,84	9,0	-
Stimulate®	5,93	2,91	22,65	9,3	10,1
Biozyme®	5,98	2,71	18,35	8,5	8,7

Fonte: A autora.

A qualidade das sementes maduras e imaturas analisadas após o processo de deslincamento é representada na Tabela 6. Os resultados mostram que sementes maduras de plantas tratadas com bioestimulantes, especialmente Biozyme®, mantiveram uma qualidade mais próxima ao controle, e o Stimulate® com alguns parâmetros inferiores aos demais como germinação por plântulas normais 67% e massa seca por total de sementes 0,020 g sem⁻¹. Sementes imaturas, independentemente do tratamento, apresentaram menor qualidade em todos os parâmetros analisados. O uso de bioestimulantes afetou de forma variável a germinação e o vigor das sementes, com o Stimulate® apresentando desempenho inferior em diversas avaliações quando comparado ao controle e ao Biozyme®.

Tabela 6 — Qualidade das sementes deslincadas maduras e imaturas de sementes produzidas por plantas controle e tratadas com os bioestimulantes.

Variável analisada	Tratamentos					
	Controle	Stimulate®	Biozyme®	Controle	Stimulate®	Biozyme®
	M	M	M	I	I	I
Germ PN (%)	90 A*	67 B	79 AB	26 C	23 C	26 C
Germ PR (%)	100 A	95 A	98 A	48 B	52 B	42 B
AUC	134 A	124 A	130 A	57 B	59 B	51 B
MGT (horas)	34 A	37 AB	35 A	48 C	53 C	46 BC
T 20% (horas)	32 A	34 AB	33 A	44 BC	49 C	45 C
U7525 (horas)	3,8 A	4,1 A	3,9 A	14,4 B	15,2 B	11,8 AB
C pl (cm.pl ⁻¹)	11,556 A	12,816 A	11,616 A	8,250 B	6,286 C	6,908 BC
C tots (cm.sem ⁻¹)	10,372 A	8,612 A	9,162 A	1,762 B	1,572 B	1,826 B
M pl (g.pl ⁻¹)	0,0288 A	0,0297 A	0,0324 A	0,0157 B	0,0122 B	0,0153 B
M tots (g.sem ⁻¹)	0,026 A	0,020 B	0,025 AB	0,004 C	0,003 C	0,004 C

Fonte: A autora.

M – madura; I – imatura; Germ PN – germinação por plântulas normais; Germ PR – germinação por protrusão da raiz; AUC – área sob a curva de germinação acumulada; MGT – tempo médio de germinação; T20 – tempo para 20% da germinação em função do total de sementes; U7525 – tempo entre 25 e 75% da germinação máxima; C pl – comprimento por plântula; C tots – comprimento por total de sementes; M pl – massa seca por plântula; M tots – massa seca por total de sementes; * letras iguais, na linha, indicam médias que não diferem pelo teste Tukey com 5% de significância.

Após o condicionamento fisiológico das sementes maduras e após a secagem do condicionamento foi determinada a umidade em base úmida e base seca dos devidos tratamentos demonstrados na Tabela 7.

Tabela 7 — Umidade base úmida e umidade base seca ao final do condicionamento fisiológico (%).

Tratamentos de laboratório						
	Umidade final ao condicionamento			Umidade após secagem do condicionamento		
Tratamento de Campo	Água	Stimulate®	Biozyme®	Água	Stimulate®	Biozyme®
Controle	55,4 ± 1,0*	55,0 ± 4,6	55,1 ± 3,4	9,4 ± 0,4*	9,7 ± 0,1	9,6 ± 0,2
Stimulate®	54,4 ± 2,0	56,9 ± 2,1	54,2 ± 3,5	9,4 ± 0,2	9,5 ± 0,3	9,2 ± 2,3
Biozyme®	53,2 ± 3,2	56,02 ± 4,8	56,7 ± 5,4	9,1 ± 0,2	9,2 ± 0,2	9,4 ± 0,3

Fonte: A autora.

* Média ± Desvio Padrão da média

Os dados mostraram que o tratamento de laboratório foi absorvido pelas sementes que atingiram 53,2 a 56,9% de umidade após o condicionamento e influenciou a umidade das sementes ao final do condicionamento fisiológico. A combinação de bioestimulantes tanto no campo quanto no laboratório pode aumentar a retenção de umidade nas sementes, visto que o tratamento com Stimulate® no campo seguido de tratamento com Stimulate® no laboratório resultou na maior umidade (56,9%). Após a secagem do condicionamento fisiológico, a umidade das sementes foi relativamente uniforme, com pequenas variações entre os diferentes tratamentos mantendo uma umidade próxima a 9% em todas as amostras.

Para determinar a qualidade fisiológica de sementes do algodoeiro a germinação é o principal teste, e neste trabalho se fez uso de diversas análises baseadas na germinação. A tabela 8 apresenta os percentuais de germinação por protrusão da raiz das sementes de algodão tratadas com diferentes bioestimulantes no campo de produção e submetidas ao condicionamento fisiológico em laboratório com os mesmos produtos.

Tabela 8 — Germinação por protrusão raiz (%), Germinação por plântulas normais (%) e Uniformidade de germinação (U7525 - horas) de sementes de algodão em função do uso de bioestimulantes no campo de produção e em tratamento de sementes via condicionamento fisiológico.

Tratamentos de laboratório	
Protrusão raiz (%)*	

Tratamento campo	S/ tratamento	Água	Stimulate®	Biozyme®
Controle	100	98	98	100
Stimulate®	95	98	98	100
Biozyme®	98	98	94	98

Plântulas normais (%)**

Tratamento campo	S/ tratamento	Água	Stimulate®	Biozyme®
Controle	90 aA	81abA	62 bB	80 aA
Stimulate®	67 bB	68 bB	78 aAB	89 aA
Biozyme®	79 abA	86 aA	81 aA	81 aA

Uniformidade de germinação (U7525) (h)**

Tratamento campo	S/ tratamento	Água	Stimulate®	Biozyme®
Controle	3,8 aA	2,6 aA	2,6 Aa	2,6 aA
Stimulate®	4,1 aA	4,6 aA	2,4 aA	2,7 aA
Biozyme®	3,9 aA	2,5 aA	4,6 aAB	8,0 bB

Fonte: A autora.

*Não houve significância para nenhum dos fatores de variação estudados nem para a interação

**Houve interação significativas entre os fatores; médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem pelo teste de Tukey (P<0,05)

A variável germinação por protrusão não diferiu entre os fatores de variação estudados nem para a interação entre os tratamentos de campo e de laboratório. As sementes do controle sem tratamento e tratadas com Biozyme® no laboratório apresentaram os mais altos índices de germinação (100%). Sementes tratadas com Stimulate® no campo e com Biozyme® no laboratório também mostraram alta germinação (100%). As menores taxas de germinação (95% e 94%) foram observadas em sementes tratadas com Stimulate® no campo sem tratamento adicional e com Biozyme® no campo e Stimulate® no laboratório.

Os percentuais de germinação por plântulas normais indicaram que o tratamento de campo com Stimulate® seguido por tratamento de laboratório com Biozyme® apresentou a maior taxa de germinação (89%). As sementes oriundas do campo com aplicação de Biozyme® apresentaram bons desempenhos independentemente do tratamento laboratorial subsequente, com percentuais de 80% a 89% de plântulas normais. O destaque foi para o tratamento Biozyme® em campo e no laboratório com água, que atingiu 86%, estatisticamente semelhante aos melhores resultados. O tratamento de laboratório com Stimulate® resultou em menores taxas de germinação para sementes produzidas sem bioestimulante no campo (62%).

As sementes produzidas utilizando Biozyme® no campo e também no condicionamento, embora tenham apresentado germinação na faixa superior, apresentaram baixa uniformidade demorando 8 horas entre o 25% e o 75% da germinação máxima (U7525).

A velocidade de germinação, representada pelo Tempo Médio de Germinação (MGT) das sementes, em horas, mostra que o controle (sem tratamento de campo) resultou em uma MGT média de 25,3 horas, com menor tempo de germinação quando a água ou bioestimulantes foram utilizados no laboratório (entre 21,4 e 24 horas). O campo tratado com Stimulate® apresentou uma MGT média mais alta (27,3 horas), com uma variação menor entre os tratamentos de laboratório, e campo tratado com Biozyme® também resultou em uma MGT mais elevada (27,7 horas) na Tabela 9. Em termos gerais, sementes sem tratamento de campo apresentaram germinação mais rápida (23,6 horas de MGT), enquanto aquelas tratadas com Stimulate® ou Biozyme® no campo apresentaram tempos de germinação mais longos.

Tabela 9. Velocidade de germinação – MGT (horas), Tempo para 20% da germinação – $t_{20\%}$ totsem⁻¹ horas e Área sob a curva de germinação acumulada (AUC) de sementes de algodão em função do uso de bioestimulantes no campo de produção e em tratamento de sementes via condicionamento fisiológico.

Tratamentos de laboratório					
Velocidade de germinação (MGT horas)*					
Tratamento campo	S/ tratamento	Água	Stimulate®	Biozyme®	Média
Controle	34,0	21,4	21,8	24,0	25,3 a
Stimulate®	36,7	26,2	22,2	23,9	27,3 b
Biozyme®	35,4	23,2	25,2	27,0	27,7 b
Média	35,4 B	23,6 A	23,1 A	24,9 A	
Tempo para 20% da germinação (T20% totsem⁻¹ horas)*					
Tratamento campo	S/ tratamento	Água	Stimulate®	Biozyme®	Média
Controle	31,6	19,8	20,2	22,3	23,5 a
Stimulate®	34,2	23,2	20,8	22,2	25,1 b
Biozyme®	32,9	21,7	22,4	21,4	24,6 ab
Média	32,9 B*	21,5 A	21,1 A	22,0 A	
Área sob a curva de germinação acumulada (AUC)*					
Tratamento campo	S/ tratamento	Água	Stimulate®	Biozyme®	Média
Controle	134,0	143,9	143,5	143,7	141,3 a
Stimulate®	124,3	139,5	136,2	142,9	135,7 b
Biozyme®	130,5	142,5	134,8	138,7	136,6 b
Média	129,6 B	142,0 A	138,2 A	141,8 A	

Fonte: A autora.

*Não houve interação entre os fatores; médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Outra variável analisada para a velocidade de germinação está representada pelo Tempo para 20% da germinação máxima em função do total de sementes ($T20\%$ Totsem⁻¹), ou seja, é um resultado para indicar de quão rápida são as primeiras sementes germinadas. Para o controle do campo, o $T20\%$ foi de 23,5 horas em média, sendo mais rápido com o uso de água (19,8 horas). O campo tratado com Stimulate® apresentou o maior tempo médio para alcançar 20% da germinação (25,1 horas). Sementes sem tratamento de campo germinaram mais rápido ($T20\%$ de 21,5 a 22 horas) em comparação com as tratadas no campo (Tabela 9).

A análise da área calculada em função da curva de germinação acumulada (AUC) das sementes de algodão tratadas com diferentes bioestimulantes no campo de produção e em tratamento de sementes via condicionamento fisiológico, na Tabela 9, mediu o progresso cumulativo da velocidade e germinação ao longo do tempo. O controle apresentou a maior AUC média (141,3), com pequenas diferenças entre os tratamentos de laboratório. O campo tratado com Stimulate® teve a menor AUC (135,7), indicando menor taxa de germinação acumulada em relação aos outros tratamentos. O campo tratado com Biozyme® apresentou uma AUC intermediária (136,6). No geral, o uso de água, Stimulate® ou Biozyme® no laboratório não resultou em grandes diferenças na AUC, com valores entre 138,2 e 142,0.

Tabela 10 — Comprimento hipocótilo-raiz de plântula (cm.pl⁻¹), Comprimento hipocótilo-raiz por total de sementes (cm.totsem⁻¹), Massa de plântula (g.pl⁻¹) e Massa de plântula (g.totsem⁻¹) de sementes de algodão em função do uso de bioestimulantes no campo de produção e em tratamento de sementes via condicionamento fisiológico.

Tratamentos de laboratório				
Comprimento hipocótilo-raiz de plântula (cm.pl⁻¹)*				
Tratamento campo	S/ tratamento	Água	Stimulate®	Biozyme®
Controle	11,6 Aa	11,9 aA	9,2 aB	12,3 aA
Stimulate®	12,8 aA	10,2 bB	9,2 aB	12,3 aA
Biozyme®	11,6 aA	10,7 abA	10,2 aA	11,1 aA
Comprimento hipocótilo-raiz por total de sementes (cm.totsem⁻¹)*				
Tratamento campo	S/ tratamento	Água	Stimulate®	Biozyme®
Controle	10,4 aA	9,8 aA	5,8 bB	9,9 abA
Stimulate®	8,6 aB	7,1 bB	7,1 abB	11,0 aA
Biozyme®	9,2 aA	9,3 aA	8,3 aA	9,0 bA
Massa de plântula (g.pl⁻¹)**				
Tratamento campo	S/ tratamento	Água	Stimulate®	Biozyme®
Controle	0,028	0,030	0,030	0,030
Stimulate®	0,030	0,030	0,030	0,030
Biozyme®	0,030	0,030	0,030	0,030
Massa de plântula (g.totsem⁻¹)*				

Tratamento campo	S/ tratamento	Água	Stimulate®	Biozyme®
Controle	0,028 aA	0,024 abA	0,022 aA	0,024 aA
Stimulate®	0,020 bB	0,022 bB	0,026 aAB	0,030 aA
Biozyme®	0,026 abA	0,030 aA	0,026 aA	0,026 aA

Fonte: A autora.

*Houve interação significativa entre os fatores; médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). ** Não houve diferença significativa.

A tabela 10 apresenta o comprimento hipocótilo-raiz por plântula de sementes de algodão tratadas com diferentes bioestimulantes no campo de produção e em tratamento de sementes via condicionamento fisiológico. As sementes tratadas com Biozyme® no laboratório apresentaram maiores comprimentos hipocótilo-raiz quando provenientes de plantas tratadas com controle e Stimulate® no campo. O tratamento com Stimulate® no laboratório resultou em menores comprimentos hipocótilo-raiz, especialmente para sementes de plantas tratadas com controle e Stimulate® no campo, no entanto, sementes produzidas sob Stimulate® no campo e sem condicionamento em laboratório também produziram comprimentos hipocótilo-raiz altos (12,8).

O comprimento hipocótilo-raiz por total de sementes mostra que o tratamento com Biozyme® no laboratório, quando aplicado a sementes de plantas tratadas com Stimulate® no campo, resultou nos maiores comprimentos hipocótilo-raiz por total de sementes (11,0). O tratamento com Stimulate® no laboratório resultou nos menores comprimentos hipocótilo-raiz para sementes de plantas tratadas com Controle no campo (5,8).

Para a avaliação de massa de plântula (g. pl⁻¹) não houve diferença significativa entre os tratamentos, com todas as combinações apresentando valores muito próximos (0,028 a 0,030 g. pl⁻¹). A massa de plântulas por total de sementes (g. totsem⁻¹) foi significativamente influenciada por certas combinações de tratamentos de campo e laboratório (Tabela 10). A combinação de tratamento no campo com Stimulate® e no laboratório com Biozyme® ou Biozyme® no campo e Água em laboratório resultaram nas maiores massas de plântula (0,030 g. totsem⁻¹). Os menores valores ocorreram para tratamento com Stimulate® no campo e sementes não condicionadas em laboratório ou condicionadas com água, 0,020 e 0,022, respectivamente.

6 DISCUSSÃO

Os resultados obtidos demonstram que a aplicação de bioestimulantes em condições de campo pode influenciar significativamente a altura das plantas de algodão ao longo das diferentes fases fenológicas. Embora os bioestimulantes apresentem reconhecidos benefícios fisiológicos, os dados indicam que, sob determinadas condições, seu uso pode não favorecer o crescimento em altura e, em alguns casos, até restringi-lo. Esse comportamento foi evidenciado no tratamento com Biozyme®, que resultou nas menores alturas médias em todas as fases avaliadas. Já o tratamento com Stimulate® apresentou valores intermediários, enquanto o tratamento controle, sem aplicação de bioestimulantes, registrou as maiores alturas de planta. Abrantes *et al.* (2011), avaliando o efeito da aplicação do regulador vegetal Stimulate® em duas cultivares de feijão de inverno, observaram que a aplicação do produto no estágio vegetativo proporcionou maior altura de plantas. Segundo os autores, na fase vegetativa, a planta deve possuir menor quantidade de regulador de crescimento em relação à fase reprodutiva e, com a aplicação das doses do Stimulate® no estágio vegetativo, aumentou-se a quantidade destes reguladores nas plantas. Em contrapartida Zanuzo, Lermenn e Bezerra (2015) realizaram a aplicação de ácido giberélico na dosagem de 30 mg L⁻¹ nos estádios fenológicos V3 e V8 na variedade de milho 30F90 não mostrou efeito significativo sobre as variáveis analisadas como altura de plantas, fitomassa total, índice de área foliar e rendimento de grãos.

Em relação à produtividade e ao peso das sementes, os tratamentos com Stimulate® e controle apresentaram comportamento semelhante, sendo superiores ao tratamento com Biozyme®. Albrecht *et al.* (2009), avaliaram diferentes doses do bioestimulante Stimulate®, aplicadas via foliar e por tratamento de sementes em algodoeiro. Nesse estudo, a variável produtividade foi a mais influenciada pelas doses de 25 e 35,5 cm³ ha⁻¹, aplicadas nos estádios V3 e B1, respectivamente, resultando em incrementos significativos na produção. No entanto, no presente ensaio, a variável produtividade não conseguiu expressar todo o seu potencial, possivelmente em decorrência de condições climáticas adversas após o plantio, como déficit hídrico e temperaturas elevadas. Como consequência, o rendimento de campo obtido foi inferior à média estimada pela Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) para

a cultura do algodão em caroço na safra 2022/2023, no estado de Mato Grosso, que foi de 4.500 kg ha⁻¹.

Esse cenário pode ter sido agravado pelas condições meteorológicas ao longo do ciclo da cultura. O plantio, realizado no final do mês de fevereiro, coincidiu com o início da redução do índice pluviométrico, especialmente nos períodos de maior exigência hídrica da planta. Durante a fase de floração (58 dias após a emergência – DAE) e na formação dos capulhos (120 DAE), o algodoeiro demanda entre 50% e 60% da lâmina total de água consumida ao longo do ciclo, o que torna essas fases críticas para a definição do rendimento. A limitação hídrica nesses estádios pode ter comprometido diretamente o desenvolvimento reprodutivo e, conseqüentemente, a produtividade final da cultura.

Acrescenta-se à produtividade a alta incidência de sementes imaturas nas sementes obtidas de plantas tratadas com os bioestimulantes. Essas sementes apresentaram baixa qualidade fisiológica. Pereira (2012) observou que a escolha de uma época de semeadura errada pode provocar problemas na qualidade das sementes. Se o plantio ocorrer tardiamente, então pode faltar chuva no fim do ciclo para o enchimento completo das sementes do terço superior do algodoeiro, ocasionando sementes imaturas.

Considerando que os tratamentos de condicionamento fisiológico foram realizados exclusivamente com sementes maduras, os diferentes bioestimulantes aplicados em campo, associados aos tratamentos subsequentes em laboratório, apresentaram variações no desempenho fisiológico. No entanto, ao se avaliar a protrusão da radícula — considerada o início do processo de germinação —, não foram observadas diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos, tanto no campo quanto no laboratório. Os valores foram próximos de 100% em todos os casos, indicando que, independentemente da aplicação de bioestimulantes ou da técnica de condicionamento, a maioria das sementes foi capaz de iniciar o processo germinativo com sucesso.

Esse resultado demonstra que os bioestimulantes não afetaram a viabilidade inicial das sementes, ou seja, a capacidade de iniciar a germinação permaneceu preservada. Resultados semelhantes foram encontrados por Bontempo *et al.* (2016), os quais verificaram que a aplicação de bioestimulantes à base de Stimulate® e nutrientes não influenciou significativamente a emergência e o crescimento inicial de plântulas em culturas como milho, soja e feijão. Portanto, embora os bioestimulantes

possam afetar variáveis relacionadas ao vigor e desenvolvimento posterior das plântulas, como mostrado em outras análises deste estudo, seu impacto sobre o início da germinação (protrusão radicular) parece ser mínimo ou inexistente sob as condições avaliadas.

O uso de bioestimulantes, tanto na fase de cultivo em campo quanto nos tratamentos de condicionamento fisiológico em laboratório, exerceu impacto significativo sobre a germinação avaliada por plântulas normais das sementes de algodão. Mesmo após o descarte prévio das sementes imaturas, realizado para garantir a uniformidade do lote, observaram-se diferenças expressivas entre os tratamentos, conforme apresentado na Tabela 8. Esses resultados indicam que os efeitos dos bioestimulantes vão além da simples viabilidade da semente, influenciando diretamente o vigor e a qualidade fisiológica das plântulas formadas. A combinação dos tratamentos em diferentes fases pode ter promovido respostas fisiológicas distintas, como maior atividade enzimática, estímulo hormonal ou modulação da absorção de água e nutrientes, o que repercutiu na formação de plântulas com maior ou menor desenvolvimento adequado.

Verificou-se que o tratamento de campo com Stimulate® seguido por tratamento de laboratório com Biozyme® apresentou a maior taxa de germinação (89%). Em geral, sementes colhidas de plantas tratadas com Biozyme® no campo, após descarte das sementes imaturas, mostraram alta e consistente germinação, independentemente do tratamento de laboratório, sugerindo um efeito positivo deste bioestimulante na manutenção da viabilidade e qualidade das sementes. Esses dados destacam a importância de combinar corretamente os tratamentos de campo e laboratório para otimizar a germinação e o vigor das sementes de algodão. Santos e Vieira (2005) analisaram doses de produto bioestimulante composto por citocinina, ácido indol butírico e ácido giberélico em aplicação via sementes em algodoeiro e observaram incremento na área foliar, altura e crescimento inicial de plantas. Segundo os autores, o bioestimulante aplicado via sementes é capaz de originar plântulas mais vigorosas, com maior comprimento, matéria seca e porcentagem de emergência em areia e terra vegetal sendo proporcional ao aumento de doses do produto.

Resultados semelhantes foram obtidos por Carvalho *et al.* (1994), ao estudarem a aplicação de fitorreguladores no algodoeiro, concluindo que esses produtos podem promover aumento no peso do capulho e dos grãos. Esses achados corroboram a ideia de que, embora os bioestimulantes possam não impactar

diretamente o início da germinação, podem influenciar outras variáveis fisiológicas e produtivas da cultura, dependendo das condições ambientais e das combinações de aplicação.

Mundim *et al.* (2013) trabalharam com aplicação de Biozyme no tratamento de sementes de sorgo e milho com diferentes doses (0 a 1250 mL ha⁻¹) e avaliaram a germinação e características das plântulas. Para a cultura do sorgo os resultados foram benéficos para aumentar a germinação de sementes, aumentando o percentual de plântulas normais e reduzindo o percentual de plântulas anormais, e/ou mortas. Na cultura do milho houve redução na germinação nas doses acima de 750 mL ha⁻¹. A combinação do tratamento Biozyme® nas plantas no campo e das sementes no laboratório resultaram em uma maior variabilidade no tempo de germinação, indicado pelo maior valor de U7525 (8.0 horas), mostrando uma menor uniformidade na germinação em comparação com os outros tratamentos, mesmo tendo sido utilizadas, para o condicionamento fisiológico apenas as sementes maduras. Resultando, portanto, em plantas com crescimento desuniforme que competem de maneira desigual por luz, água e nutrientes, o que pode acarretar um menor rendimento final no campo. Kryzanowski, *et al.* (2008), relata que sementes de alta qualidade associada a boas práticas de semeadura, asseguram um estabelecimento de população de plantas vigorosas e em número adequado, sendo elas a base para o sucesso produtivo da lavoura. O uso de sementes de baixa qualidade compromete o estande da lavoura influenciando diretamente na produtividade.

Durante a germinação verificou-se que os condicionamentos fisiológicos nas sementes em laboratório tiveram grande impacto em relação a velocidade de germinação em comparação com as sementes não tratadas por condicionamento ou priming. Santos (2017), em laboratório, avaliou o índice de velocidade de germinação, taxa de germinação e o comprimento da raiz primária de plântulas em sementes de soja e trigo tratadas com bioestimulantes em diferentes doses e verificou que os tratamentos não tiveram resultados significativos para a variável IVG (índice de velocidade de germinação), já a testemunha (tratamento com água) foi superior aos demais. Essa informação corrobora, em partes, com este trabalho, pois tanto os tratamentos de condicionamento fisiológico com água como os de bioestimulantes apresentaram uma maior velocidade de germinação total e menor tempo para 20% da germinação máxima. Consequentemente a área sob a curva de germinação acumulada para os tratamentos com condicionamento fisiológico tiveram a maior área

indicando uma germinação acumulada maior e com maior velocidade em comparação à semente não condicionada.

O comprimento hipocótilo-raiz por plântula normal de sementes tratadas com Biozyme® no laboratório, considerando que apenas as sementes maduras foram tratadas, apresentaram maiores comprimentos hipocótilo-raiz quando provenientes de plantas tratadas com controle e Stimulate® no campo. O tratamento com Stimulate® no laboratório resultou em menores comprimentos hipocótilo-raiz, especialmente para sementes de plantas tratadas com controle e Stimulate® no campo. Esse resultado não permaneceu para avaliação comprimento hipocótilo-raiz por total de sementes de algodão pois, para o tratamento com Stimulate® no campo seguido pelo tratamento com Biozyme® no laboratório, apenas das sementes maduras, resultou nos maiores comprimentos hipocótilo-raiz por total de sementes. O tratamento de sementes no laboratório com Stimulate® tende a reduzir o comprimento hipocótilo-raiz, especialmente para sementes de plantas tratadas com controle no campo.

Esses resultados são comprovados por Rezende *et al.* (2017) em experimento no algodoeiro, onde verificou que o comprimento das raízes se mostrou maior sob efeito do bioestimulante registrado como adubo foliar quando comparado ao bioestimulante regulador de crescimento nas doses menores, de 2 e 4 mL kg de sementes⁻¹ do adubo foliar, reforçando o fato de que doses maiores desse produto podem causar danos. Vieira (2005) também obteve significância para comprimento total de plântulas de algodão ao aplicar bioestimulante. Porém, o autor alega existir ainda pouca evidência de que produtos que possuam em sua fórmula substâncias reguladoras do crescimento funcionem como uma chave regulatória na emergência da raiz primária, fato de grande influência no comprimento total de plântula, embora encontrem-se bem estabelecido que aplicações exógenas de certos reguladores vegetais em sementes promovem sua germinação.

Segundo Taiz *et al.* (2017) o excesso do hormônio auxina faz com que esta atue como inibidor de crescimento radicular, intenção contrária à aquela de sua utilização. Vieira (2001) afirmou haver uma interação benéfica de auxinas e citocininas no crescimento radicular e divisão celular, porém o excesso de auxina pode não acarretar prejuízos na ação de citocininas, uma vez que doses de auxinas prejudiciais para crescimento de raízes proporcionou máxima germinação.

A massa em gramas por plântula foi muito consistente entre os tratamentos, com valores de 0,030 g por plântula em quase todos os casos, não havendo diferenças

significativas entre os tratamentos no campo e no laboratório. Contudo, o tratamento de campo com Stimulate® resultou em menor massa total quando usado com água ou sem tratamento de condicionamento fisiológico, enquanto o uso de Biozyme® no laboratório mostrou melhor desempenho com todos os tratamentos de campo, lembrando que apenas as sementes maduras foram utilizadas para os tratamentos de laboratório. Em partes esse resultado foi observado por Rezende *et al.* (2017) quando analisou a massa fresca e massa seca de parte aérea, raiz e total das plântulas de algodão, constatou que os resultados não foram significativos para nenhuma das variáveis. Este resultado infere que a aplicação de bioestimulantes nas doses avaliadas não influencia nas massas de plântulas de algodão, muito embora tenha-se mostrado positivo para comprimento de raiz e comprimento total. Para Santos e Vieira (2005), aplicando bioestimulante regulador de crescimento em sementes de algodão, que o produto aplicado via semente foi capaz de originar plântulas mais vigorosas, promovendo aumento de área foliar, altura e massa seca.

7 CONCLUSÃO

O uso dos bioestimulantes em campo não apresentaram vantagens em relação ao controle. Sementes tratadas com Stimulate® e Biozyme® no campo apresentaram 23 e 18 % de sementes imaturas com baixa qualidade fisiológica, mas, as sementes maduras mostraram alta e consistente germinação, independentemente do tratamento de laboratório.

Em laboratório, sementes maduras tratadas com condicionamento fisiológico, expressam menor tempo de germinação gerando plântulas mais vigorosas. O condicionamento fisiológico com Biozyme® mostrou efeitos mais consistentes e favoráveis nos comprimentos hipocótilo-raiz acima de 11,1 cm.pl¹ e na massa de plântulas quando comparado ao Stimulate®, valor superior a 0,026 g.totsem¹. O condicionamento fisiológico com água apresentou, para muitas variáveis, efeito semelhante ao uso de bioestimulantes e superiores à semente não tratada com condicionamento fisiológico.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de bioestimulantes no algodoeiro está sendo explorado, e compreender seus efeitos é essencial para aprimorar as práticas agrícolas. Aplicações exógenas de reguladores vegetais podem estimular a germinação e o desenvolvimento inicial das plântulas, mas seu impacto a longo prazo sobre a tolerância das plantas e a produtividade ainda requer investigação.

Fatores como dosagem, momento da aplicação e interação com as condições ambientais podem influenciar significativamente a resposta das plantas. Em alguns casos, doses excessivas podem gerar efeitos negativos, como desbalanço hormonal, crescimento desuniforme e menor resistência a estresses abióticos.

Para produção de sementes verificar qual o tratamento mais adequado conforme a cultivar, o tipo de solo e o regime hídrico. Estudos adicionais são necessários para estabelecer protocolos otimizados de aplicação e entender melhor os mecanismos pelos quais esses bioestimulantes afetam a fisiologia do algodoeiro ao longo do ciclo produtivo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBRECHT, L. P.; BRACCINI, A. L.; ÁVILA, M. R.; BARBOSA, M. C.; RICCI, T. T.; ALBRECHT, A. J. P. Aplicação de biorregulador na produtividade do algodoeiro e qualidade de fibra. **Scientia Agrária**, v. 10, n. 3, p. 191-198, 2009.

ABRANTES, F. L.; SÁ, M. E.; SOUZA, L. C. D.; SILVA, M. P.; SIMIDU, H. M.; ANDREOTTI, M.; BUZETTI, S.; VALÉRIO FILHO, W. V.; ARRUDA, N. Uso de regulador de crescimento em cultivares de feijão de inverno. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n. 2, p. 148-154, 2011. DOI: 10.5216/pat.v41i2.8287.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE ALGODÃO. **Algodão no Brasil**. Brasília: ABRAPA, 2023. Disponível em: <https://www.abrapa.com.br/Paginas/dados/algodao-no-brasil.aspx>. Acesso em: 28 abr. 2023.

ARAÚJO, B. M. N.; FRANÇA, P. R. C.; REIS, J. J. S.; NASCIMENTO, I. C. M.; SILVA, O. R. R. F. Capacidade fisiológica de sementes de algodão colorido sob a influência do deslincamento. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL, COOPERATIVISMO E ECONOMIA SOLIDÁRIA, 11., 2018, Castanhal, PA. **Anais [...]**. Castanhal, PA: IFPA, 2018. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/194337/1/98.-Capacidade-fisiologica-de-sementes.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2023.

ARYSTA LIFESCIENCE DO BRASIL INDÚSTRIA QUÍMICA E AGROPECUÁRIA S.A. Biozyme®. **Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico**. Salto de Pirapora: Arysta LifeScience, 2018. 15 p.

ÁVILA, M. R.; BARIZÃO, D. A. O.; GOMES, E. P.; FEDRI, G.; ALBRECHT, L. P. Cultivo de feijoeiro no outono/inverno associado à aplicação de bioestimulante e adubo foliar na presença e ausência de irrigação. **Scientia Agraria**, v. 11, p. 221-230, 2010. DOI:10.5380/ras.v11i3.17230

BALDO, R.; SCALON, S. P. Q.; ROSA, Y. B. C. J.; MUSSURY, R. M.; BETONI, R.; BARRETO, W. S. Comportamento do algodoeiro cultivar delta opal sob estresse hídrico com e sem aplicação de bioestimulante. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, p. 18041812, 2009. DOI: 10.1590/S1413-70542009000700018.

BARBOSA, J. C.; MALDONADO, W.J. **AgroEstat**: sistema para Análises Estatísticas de Ensaios Agronômicos. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 2015. 396 p.

BÉLOT, J. L.; VILELA, P. M. C. A. (ed.). **Manual de boas práticas de manejo do algodoeiro em Mato Grosso**. 4. ed. Cuiabá: IMAmt, 2020.

BERTOLIN, D. C.; SÁ, M. E.; ARF, O.; FURLANI JUNIOR, E.; COLOMBO, A. S.; CARVALHO, F. L. B. M. Aumento da produtividade de soja com a aplicação de bioestimulantes. **Bragantia**, v. 69, n. 2, p. 339-347, 2010. DOI: 10.1590/S0006-87052010000200011.

BONTEMPO, A. F.; ALVES, F. M.; CARNEIRO, G. O. P.; MACHADO L. G.; SILVA L. O. D; AQUINO L. A. Influência de bioestimulantes e nutrientes na emergência e no crescimento inicial de feijão, soja e milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 15, n. 1, p. 86-93, 2016. DOI: 10.18512/1980-6477/rbms.v15n1p86-93.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de análise sanitária de sementes**. Brasília: MAPA, 2009. 399 p. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise__sementes.pdf. Acessado em: 23 abr. 2023a.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399 p. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise_sementes.pdf. Acesso em: 23 abr. 2023b.

CHAKMA, S. P.; CHILESHE, S. M.; THOMAS, R.; KRISHNA, P. O priming de sementes de algodão com brassinosteróide promove a germinação e o crescimento das mudas. **Agronomy**, v. 11, n. 3, p. 566, 2021. DOI: 10.3390/agronomy11030566.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (Brasil). **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: safra 2022/2023: sétimo levantamento**. Brasília, DF: CONAB, v.10. p. 24, 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 20 abr. 2023.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (Brasil). **12º Levantamento da Safra de Grãos 2023/2024**. Brasília, DF: Conab, 2024. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em:

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039–1042, 2011. DOI: 10.1590/S1413-70542011000600001.

JOOSEN, R. V.; KODDE, J.; WILLEMS, L. A.; LIGTERINK, W.; VAN DER PLAS L. H. W.; HILHORST, H. W. M. GERMINATOR: a software package for high-throughput scoring and curve fitting of Arabidopsis seed germination. **The Plant Journal**, v. 62, n. 1, p. 148-159, 2010. DOI: 10.1111/j.1365-313X.2009.04116.x.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: ABRATES, 2015. 660 p.

MATTIONI, F.; ALBUQUERQUE, M. C. F.; MENDONÇA, E. A. F. Desempenho de sementes de algodoeiro submetidas a diferentes tipos de estresses. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n. 1, p. 80-85, 2009. DOI: 10.1590/S0101-31222009000100009.

MUNDIM, L. O. S.; PORTO, E. H. P.; SILVA, A. A.; LANA, R. M. Q. Efeito do bioestimulante Biozyme na germinação de milho e sorgo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 34., 2013, Florianópolis, SC. **Anais [...]**. Florianópolis: SBCS, 2013.

PEREIRA, M. O. **Sowing epoch and place of cultivation in the germination of cottonseeds**. 2012. 33 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2012. DOI: 10.14393/ufu.di.2012.366.

REHMAN, A.; KAMRAN, M.; AFZAL, I. Production and Processing of Quality Cotton Seed. In: AHMAD, S.; HASANUZZAMAN, M. **Cotton production and uses: agronomy, crop protection, and postharvest technologies**. Singapore: Springer Nature, 2020. p. 547-570. DOI: 10.1007/978-981-15-1472-2.

RHAMAN, M. S.; RAUF, F.; TANIA, S. S.; KHATUN, M. Seed priming methods: Application in field crops and future perspectives. **Asian Journal of Research in Crop Science**, v. 5, n. 2, p. 8-19, 2020.

REZENDE, G. F.; MACHADO, B. Q. V.; SÁ JUNIOR, A.; SOUSA, L. B.; LANA, R. M. Q. Efeitos da aplicação de bioestimulantes em sementes de algodão. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.12, n. 1, p. 177-181, 2017. DOI: 10.18378/rvads.v12i1.4299.

SANTOS, C. G. **Ação de bioestimulante na germinação de sementes, vigor de plântulas e crescimento do algodoeiro**. 2004. 69 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Ciências Agrárias) - Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2004.

SANTOS, C. M. G.; VIEIRA, E. L. Efeito de bioestimulante na germinação de sementes, vigor de plântulas e crescimento inicial do algodoeiro. **Magistra**, v. 17, n. 3, p.124-130, 2005.

SANTOS, M. N. **A influência do uso de bioestimulantes no tratamento de sementes de soja e trigo**. 2017. 30 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo, RS, 2017.

SOUZA, D. C.; ALBUQUERQUE, M.C.F.; ZORATO, M. F.; CARVALHO, D.C. Análise de danos mecânicos e qualidade de sementes de algodoeiro. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 3, p.123-131. 2009. DOI: 10.1590/S0101-31222009000300014.

STOLLER DO BRASIL. **Stimulate® Mo em hortaliças**: informativo técnico. Cosmópolis: Stoller do Brasil. Divisão Arbore, 1998. 1 v.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 7. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

UPL. **Bula Biozyme**. Emitida em 2024. Disponível em: <https://www.upl-ltd.com/br/defensivos-agricolas/tratamento-de-sementes/biozyme>. Acesso em: 10 de nov. 2024.

VIEIRA, Elvis Lima. **Ação de bioestimulante na germinação de sementes, vigor de plântulas, crescimento radicular e produtividade de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) e arroz (*Oryza sativa* L.)**. 2001. 122 f. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001. DOI: 10.11606/T.11.2019.tde-20191220-142850.

ZANUZO, M. R.; LERMENN, F.; BEZERRA, E. L. Influência do Uso de Ácido Giberélico (AG3) no Desenvolvimento e Rendimento de Milho Safrinha. **UNICIÊNCIAS**, v. 16, n. 1, 2015. DOI: 10.17921/1415-5141.2012v16n1p%p.