v7.n6.2026

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

DESEMPENHO FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE ALGODÃO TRATADAS COM NUTRIENTES E REGULADORES VEGETAIS

PHYSIOLOGICAL PERFORMANCE OF COTTON SEEDS TREATED WITH NUTRIENTS AND PLANT GROWTH REGULATORS

DESEMPEÑO FISIOLÓGICO DE SEMILLAS DE ALGODÓN TRATADAS CON NUTRIENTES Y REGULADORES VEGETALES

Maurício Fuhr Resende[1], Elisangela Clarete Camili[2], Vicente Pinheiro Lucini[1], João Pedro Oliveira Paschoaleto[1], Matheus Pawlina[1], Vinicius Alves de Souza[1], Marcos Antonio Podanosqui Filho[1]

e768219
https://doi.org/10.47820/recima21.v7i6.8219

PUBLICADO: 06/2026

RESUMO

Com o objetivo de avaliar o desempenho fisiológico de sementes de algodão (*Gossypium hirsutum* L.), estas foram submetidas a tratamentos com diferentes doses de nutrientes e reguladores vegetais ou bioestimulantes. Foram avaliadas sementes das variedades TMG 44 B2RF e TMG 91 WS3, a primeira variedade foi submetida a tratamento com dois produtos distintos Comodez (1,0 e 2,0 mL kg^{-1}) e Comonifix (1,0 e 2,0 mL kg^{-1}), os quais são registrados como fertilizantes minerais; a segunda variedade foi tratada com Greener (2,0 mL kg^{-1}) e Stimulate (7,5 mL kg^{-1}), ambos bioestimulantes. Os teores de água das sementes foram determinados pelo método da estufa. No teste de germinação, foram avaliadas a primeira contagem, índice de velocidade e porcentagem de germinação, comprimento de plântulas, massa fresca e massa seca, utilizando-se folhas de papel "Germitest", como substrato, umedecidas com 2,3 vezes a massa seca. No teste de emergência em areia determinou-se a porcentagem e o índice de velocidade de emergência, utilizou-se 4 kg de areia lavada e esterilizada para cada pote que continha duas repetições de 50 sementes cada. No teste de envelhecimento acelerado utilizou-se caixas de acrílico "Gerbox" com 40 mL de água destilada sem contato direto com as sementes. Comonifix e Greener (2 mL kg^{-1} de sementes), proporcionaram aumento no comprimento de plântulas de algodão. Sementes de algodão tratadas com Comodez e Stimulate (2 e 7,5 mL kg^{-1} de sementes, respectivamente) foram superiores em relação aos resultados de porcentagem de germinação (77,5 e 96,5%, respectivamente).

PALAVRAS-CHAVE: *Gossypium hirsutum* L. Tratamento de sementes. Bioestimulante.

ABSTRACT

To evaluate the physiological performance of cotton (Gossypium hirsutum L.) seeds, they were treated with varying doses of nutrients, plant regulators, or biostimulants. Seeds of the varieties TMG 44 B2RF and TMG 91 WS3 were evaluated. The former was treated with two mineral fertilizers, Comodez (1.0 and 2.0 mL kg-1) and Comonifix (1.0 and 2.0 mL kg-1). The latter was treated with the biostimulants Greener (2.0 mL kg-1) and Stimulate (7.5 mL kg-1). Seed moisture content was determined by the oven method. The germination test evaluated the first count, germination speed index, germination percentage, seedling length, and fresh and dry mass, using "Germitest" paper sheets moistened to 2.3 times their dry weight as substrate.

[1] UFMT, graduando.
[2] UFMT, doutora.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

For the sand emergence test, emergence percentage and the emergence speed index were determined in pots containing 4 kg of washed, sterilized sand, with two replicates of 50 seeds each. The accelerated aging test utilized "Gerbox" acrylic boxes with 40 mL of distilled water, keeping seeds out of direct contact with the water. Comonifix and Greener (2 mL kg-1) increased cotton seedling length. Furthermore, cotton seeds treated with Comodez and Stimulate (2 and 7.5 mL kg⁻¹, respectively) achieved superior germination percentages (77.5% and 96.5%, respectively).

KEYWORDS: *Gossypium hirsutum L. Seed treatment. Biostimulant.*

RESUMEN
Con el objetivo de evaluar el desempeño fisiológico de semillas de algodón (Gossypium hirsutum L.), se aplicaron tratamientos con diferentes dosis de nutrientes, reguladores vegetales o bioestimulantes. Se evaluaron las variedades TMG 44 B2RF y TMG 91 WS3. La primera fue tratada con los fertilizantes minerales Comodez (1,0 y 2,0 mL kg-1) y Comonifix (1,0 y 2,0 mL kg-1), mientras que la segunda se trató con los bioestimulantes Greener (2,0 mL kg-1) y Stimulate (7,5 mL kg-1). El contenido de humedad de las semillas se determinó mediante el método de la estufa. En la prueba de germinación se evaluaron el primer conteo, el índice de velocidad y porcentaje de germinación, la longitud de la plántula, y la masa fresca y seca, utilizando como sustrato hojas de papel "Germitest" humedecidas con 2,3 veces su peso seco. Para la prueba de emergencia en arena se determinó el porcentaje y el índice de velocidad de emergencia en macetas con 4 kg de arena lavada y esterilizada, con dos repeticiones de 50 semillas cada una. La prueba de envejecimiento acelerado se realizó en cajas de acrílico "Gerbox" con 40 mL de agua destilada, evitando el contacto directo con las semillas. Comonifix y Greener (2 mL kg-1) incrementaron la longitud de las plántulas. Asimismo, las semillas tratadas con Comodez y Stimulate (2 y 7,5 mL kg-1, respectivamente) mostraron resultados superiores en el porcentaje de germinación (77,5% y 96,5%, respectivamente).

PALABRAS CLAVE*: Gossypium hirsutum L. Tratamiento de semillas. Bioestimulante.*

INTRODUÇÃO

O cultivo de algodão no Brasil teve início na região Nordeste, onde era conduzido como uma cultura arbórea e perene, difundindo-se posteriormente para outras regiões do país como cultivo anual. Em Mato Grosso, o algodão pode ser cultivado logo após a colheita da soja, como segunda safra, sendo a semeadura realizada no final de dezembro e janeiro. O estado de MT está em primeiro no *ranking* do país como maior produtor de fibra de algodão (MORAIS, 2022).

De acordo com dados da Associação Brasileira dos Produtores de Algodão (2024) a produção nacional é majoritariamente realizada no estado do Mato Grosso, seguido pela Bahia, onde os dados dos dois estados somados têm 1,88 milhão de hectares e produzem 3,77 bilhões de quilos de pluma. Grande parte dessa produção é destinada à industrialização e exportação, enquanto uma parcela significativa abastece a indústria têxtil nacional (ABRAPA, 2024).

De acordo com o relatório de Custo de Produção Agropecuário de Mato Grosso (CPA) da safra 2025/26 realizado pelo Instituto Mato-Grossense de Economia Agropecuária (IMEA)

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

junto com o Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR) do estado, o custo total estimado em julho de 2025 foi de R$ 18.454,19 por hectare, aumento de 17,83% em relação à safra anterior (IMEA, 2025). A cotonicultura exige alto investimento para produção com bons resultados, por isso se faz necessária mão de obra tecnificada e competente para a execução do manejo necessário, com uso de recursos de alta qualidade como sementes, fertilizantes, químicos, dentre outros, a fim de minimizar os riscos de perdas na produção.

Sementes são insumos de grande importância, visto que trazem consigo todo o potencial genético da planta e são o meio de propagação da cultura; sua capacidade de formar plântulas normais e vigorosas já define o máximo potencial produtivo de um campo.

A qualidade fisiológica das sementes é definida durante o cultivo das plantas-mãe, não sendo possível aprimorá-la após a colheita. Durante o armazenamento, as estratégias de manejo limitam-se à conservação do potencial viável e à atenuação da taxa de deterioração biológica, uma vez que as sementes realizam atividade respiratória contínua e consomem progressivamente os substratos de reserva. Nesse cenário, o tratamento de sementes surge como alternativa de proteção; contudo, falhas operacionais na definição do volume de calda podem desencadear processos fitotóxicos, comprometendo os índices de germinação e vigor. Por isso é essencial determinar o volume de calda e as dosagens, garantindo que o tratamento atenda os objetivos desejados, sem comprometer a germinação (PÁDUA et al., 2002).

O tratamento de sementes (TS) configura-se como uma intervenção fitotécnica estratégica na agricultura de precisão, atuando como vetor para a aplicação uniforme de moléculas químicas e biológicas na camada imediata da semente. Essa prática assegura a proteção do potencial genético do lote contra patógenos iniciais e subsidia o fornecimento localizado de micronutrientes e reguladores vegetais. Consequentemente, otimizam-se os processos bioenergéticos de embebição e estabilização de membranas celulares nas fases I e II da germinação, mitigando os efeitos deletérios de estresses edafoclimáticos logo no estabelecimento da cultura. O tratamento industrial assegura a aplicação uniforme e precisa dos produtos, atuando como meio de transporte dos químicos e biológicos que vão auxiliar desde a semeadura da variedade até o controle de pragas e doenças. Essa prática integra-se ao manejo integrado de pragas (MIP), contribuindo para um controle mais efetivo de patógenos e redução da pressão de seleção de organismos resistentes, além de aumentar a produtividade e a eficiência dos sistemas agrícolas (ABRASEM, 2015).

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho fisiológico de sementes de algodão tratadas com os produtos Comodez, Comonifix, Greener e Stimulate. Tais formulações, à base de micronutrientes e bioestimulantes, contêm elementos essenciais

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

aos processos fisiológicos e enzimáticos das plantas, fundamentais para um desenvolvimento inicial vigoroso e crescimento saudável.

Contudo, emerge uma lacuna de pesquisa no que tange à interação sinérgica e aos limites de tolerância biológica de sementes de algodão submetidas a formulações comerciais complexas e gradientes de dosagens via tratamento industrial. Permanece inconcluso se a sobreposição de compostos minerais, que tenham elevado potencial salino, atua estritamente como estimulante metabólico ou se induz restrições na velocidade de germinação e de emergência decorrentes do estresse osmótico temporário no microambiente do tegumento.

O estudo buscou verificar os efeitos desses tratamentos sobre a germinação e o vigor das sementes de algodão, comparando diferentes dosagens a fim de identificar possíveis alterações nas respostas fisiológicas.

1. REFERENCIAL TEÓRICO

Cotonicultura no Brasil

Durante a década de 90 houve o deslocamento de produção de algodão no país, nesse período a cotonicultura saiu do semiárido, que até então era tradicionalmente a região produtora, e foi implantada gradualmente no Cerrado Mato-grossense. A produção de algodão para exportação como uma das principais *commodities* brasileiras fez com que o país deixasse de ser importador de pluma e passasse a ser exportador. Esses resultados foram alcançados pelo trabalho em conjunto de produtores, instituições públicas e privadas (ARAÚJO, 2017).

A atividade de cotonicultura ultrapassa os limites comerciais e promove o desenvolvimento de outros setores, colabora para a geração de empregos no campo e estimula a permanência de pessoas no mesmo, expandindo-se até áreas laboratoriais voltadas à pesquisa. Além de fornecer matéria-prima para atender às necessidades da indústria têxtil e de vestuário, o algodão também colabora para o setor de alimentação, com extração de óleo das sementes para consumo humano e utilização do derivado da extração como fonte de alimento animal ou na produção de adubos vegetais (QUEIROGA *et al.,* 2022).

Sementes de algodão

As sementes levam dentro de si todo o potencial genético que a variedade pode expressar no campo. O processo de difusão de uma nova variedade envolve a multiplicação escalonada de sementes a partir de estoques limitados (gerações genéticas e básicas) até a

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

obtenção de volumes comerciais. Ao longo dessas gerações de multiplicação, o material vegetal fica exposto a estresses ambientais, bióticos e mecânicos que podem comprometer severamente a integridade física e a expressão do potencial genético original do lote. O uso de sementes certificadas, com qualidade genética, deve resultar ao produtor plantas sadias e vigorosas, que tenham características exatas à espécie e a variedade (QUEIROGA, 2014). Além disso, se faz necessário o domínio e aperfeiçoamento do processamento e beneficiamento das sementes de algodão, a fim de se obter maior qualidade física e fisiológica das mesmas (PEREIRA, 2020). Para manter a alta qualidade de sementes de algodão em situação de armazenamento é necessário fazer o controle dos processos, desde a escolha da semente até o armazenamento, evitando que a qualidade fisiológica sofra alterações (GOMES, 1992).

A dificuldade de adquirir sementes de algodão com qualidade física, fisiológica e sanitária, características que garantem o estabelecimento da cultura no campo, é um fator que dificulta o sucesso da cotonicultura. Entretanto, os produtores demandam qualidade agregada nas sementes que adquirem (KIKUTI apud OLIVEIRA *et al*., 2010). A utilização de sementes de algodão com alto vigor proporciona a germinação e emergência em menor tempo e de forma uniforme, além de conferir maior resiliência adaptativa frente a condições edafoclimáticas adversas (QUEIROGA *et al.,* 2009). Para determinar a qualidade fisiológica de um lote de sementes, é necessário realizar análises e interpretar os resultados corretamente. A determinação precisa dos atributos fisiológicos de um lote mitiga a assimetria de informações no mercado de sementes, resguardando o agricultor contra aquisição de insumos de viabilidade técnica desconhecida e assegurando uma valoração econômica compatível com o potencial produtivo real do material adquirido (ALMEIDA et al., 1997).

Tratamento de sementes (TS)

Com o interesse de maximizar ganhos nas produções de grãos, agricultores têm adotado o tratamento de sementes integrado, com o uso de micronutrientes, inseticidas e fungicidas, para garantir o aumento da germinação, emergência e oferecer proteção adicional contra patógenos. O tratamento pode ser realizado industrialmente, garantindo precisão e padronização, ou o produtor pode optar por realizar o processo na fazenda e, posteriormente armazená-las até o dia da semeadura, que pode ser executado imediatamente após o tratamento ou quando as condições de umidade do solo e operacionais estiverem satisfatórias (SANT'ANA *et al*., 2022).

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Importância dos nutrientes e bioestimulantes

Grande parte dos solos brasileiros são de baixa fertilidade natural ou já foram utilizados até que as reservas naturais fossem praticamente zeradas pelo cultivo; faz-se necessária, então, a correção de deficiências, especialmente de micronutrientes no manejo das lavouras. A produção vegetal é inviável na falta desses elementos, pois, desempenham funções importantes no metabolismo das plantas (RESENDE, 2005). Muitos fatores levantaram o interesse no uso de micronutrientes, dentre eles a expansão da agricultura para o Cerrado brasileiro, o aumento da produtividade que consequentemente aumenta a exportação de nutrientes do solo, a utilização de forma indevida de calcário que acelera o aparecimento de deficiências induzidas e, a adoção de análises de solo e foliares como instrumentos de diagnoses na condução das lavouras (LOPES, 1999).

O fósforo desempenha um papel na divisão celular, atuando como componente estrutural de ácidos nucleicos e fosfolipídios, conferindo maior resistência a doenças, estimula o vigor e expansão do sistema radicular da planta (BARROS, 2020). O molibdênio atua de forma direta no metabolismo e na assimilação do nitrogênio, funcionando como cofator indispensável para ativação de complexos enzimáticos como a nitrato redutase e a nitrogenase, enzimas que convertem as reservas de nitrogênio em aminoácidos estruturais necessários para o crescimento inicial da plântula (BARROS, 2020).

O cobalto não é classificado como um elemento essencial para o ciclo das plantas superiores, mas exerce papel fundamental na nutrição de microrganismos simbiontes fixadores de nitrogênio (N_2), importantes na cultura da soja, porém, não são de interesse no manejo nutricional do algodão. Contudo, a inserção desse elemento em formulações comerciais tem sido proposta com base nos efeitos secundários (SANTOS; SILVA, 2010).

Níquel atua unindo as enzimas que participam do ciclo do nitrogênio na planta e movimentam o nutriente na germinação das sementes. A principal rota fitotécnica influenciada por esse micronutriente é a regulação da atividade da urease, enzima responsável por catalisar a hidrólise da ureia endógena resultante do catabolismo de aminoácidos estruturais nas fases iniciais de desenvolvimento. Essa ação está correlacionada diretamente com os índices de vigor e acúmulo de massa seca (DE OLIVEIRA, 2024).

O fitormônio giberelina atua na transição metabólica da semente, sendo o principal agente bioquímico responsável pela quebra de dormência das sementes, promove o alongamento celular e desenvolvimento radicular inicial. De maneira complementar, a citocinina atua em sinergismo hormonal na superação do bloqueio germinativo, exercendo papel

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

fundamental na divisão celular e na diferenciação de novos tecidos embrionários, otimizando os índices de velocidade de germinação e emergência (DEORCE et al., 2025).

Os bioestimulantes consistem na combinação de dois ou mais reguladores vegetais ou a junção de reguladores vegetais com outras substâncias, como aminoácidos, nutrientes e vitaminas. A composição e a proporção das substâncias que estão embutidas nesses produtos químicos, promovem incrementos fisiológicos significativos no metabolismo vegetal, atuando como indutores da divisão celular, diferenciação tecidual e alongamento elástico da parede celular, o que favorece a expansão e o desenvolvimento estrutural dos tecidos vegetais primários; além de otimizar o uso da água pela cultura (VIEIRA, 2001).

A aplicação de reguladores vegetais e fertilizantes já é uma prática consolidada na agricultura e que traz resultados satisfatórios. Entretanto, a eficiência agronômica e segurança biológica dessas intervenções fitotécnicas são influenciadas por fatores ecofisiológicos, natureza química e concentração das substâncias constituintes das formulações, bem como as condições edafoclimáticas. Adicionalmente, a resposta fisiológica depende diretamente da tecnologia de aplicação empregada e do tempo de exposição mecânica e hídrica das sementes aos insumos (AMARO *et al*., 2020).

2. METODOLOGIA

Os trabalhos foram conduzidos no Laboratório de Sementes da Faculdade de Agronomia e Zootecnia (FAAZ) da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), no Campus de Cuiabá/MT.

Os experimentos foram conduzidos de modo independente com sementes das variedades de algodão TMG 44 B2RF e TMG 91 WS3. Os produtos aplicados foram: Comodez, um fertilizante mineral misto composto por 10% de molibdênio e 1% de cobalto; Comonifix, composto por 10% de molibdênio, 1% de cobalto, 1% de níquel e 15% de P_2O_5; Stimulate, um regulador vegetal, cujos ingredientes são cinetina, ácido giberélico e ácido 4-indol-3-ilbutírico e Greener, produto composto de extrato de algas.

Utilizou-se sementes de algodão da empresa Tropical Melhoramento e Genética (TMG) das variedades TMG 44 B2RF e TMG 91 WS3, as quais são indicadas para o cultivo de primeira e segunda safra. A TMG 44 B2RF é uma variedade de alta exigência de fertilidade e exigência média de reguladores vegetais, já a variedade TMG 91 WS3 é de exigência alta de reguladores vegetais e de fertilidade. As sementes adquiridas já vieram com tratamento industrial básico de fungicida e inseticida.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

As sementes de algodão foram tratadas com as doses dos produtos de acordo com as Tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Doses dos produtos Comodez e Comonifix para tratamento das sementes de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) cv TMG 44 B2RF. Cuiabá/MT, 2024

Tratamentos	Descrição	Dose (mL kg^{-1} sementes)
T1	Dose comercial	1,0
T2	Dobro dose comercial	2,0
T3	Testemunha	-

Tabela 2. Doses dos produtos Greener e Stimulate para tratamento das sementes de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) cv TMG 91 WS3. Cuiabá/MT, 2024

Tratamentos	Descrição	Dose (mL kg^{-1} sementes)
T1	Greener	2,0
T2	Stimulate	7,5
T3	Testemunha	-

O primeiro passo realizado na pesquisa foi a homogeneização das sementes e, na sequência a determinação do teor de água de cada lote. A umidade foi calculada por meio do método da estufa a 105 ± 3 ºC, por 24 horas, utilizando-se três subamostras de 4,5 ± 0,5 g para cada variedade (BRASIL, 2009).

As sementes de cada variedade foram divididas separadamente em sacos de plástico e devidamente identificadas de acordo com o tratamento a ser adicionado. Posteriormente à adição dos produtos, os sacos passaram por um processo de agitação em diferentes sentidos garantido a uniformidade da aplicação dos produtos sobre as sementes.

Com o objetivo de avaliar a qualidade fisiológica das sementes de algodão tratadas com os diferentes produtos, após a aplicação dos tratamentos, foram realizadas as análises de primeira contagem e porcentagem de germinação onde utilizou-se a metodologia descrita nas Regras para Análise de Sementes — RAS (BRASIL, 2009), com 200 sementes por tratamento, divididas em quatro subamostras de 50 sementes cada.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Utilizou-se como substrato o papel para germinação (“Germitest”) na forma de rolos. As sementes foram colocadas entre as folhas de papel (duas inferiores e uma superior) de forma equidistante com o uso de bandeja semeadora. O papel foi umedecido na proporção de 2,3 vezes a massa do papel seco, com água destilada. Em seguida, os rolos de papel foram agrupados em conjuntos de quatro unidades, dispostos verticalmente e fixados por ligas elásticas circulares, identificados com grafite hidrossolúvel e, os conjuntos foram colocados dentro de embalagens de polietileno transparente de baixa densidade para mitigar a perda de água por evapotranspiração e garantir a saturação hídrica constante do microambiente. Os rolos foram levados à BOD (Incubadora – Demanda Bioquímica de Oxigênio) com temperatura constante de 25 °C e fotoperíodo de 12 horas. No quarto dia realizou-se a primeira avaliação das sementes germinadas (indicativo de vigor). No décimo segundo dia efetuou-se a última avaliação da germinação (resultado do teste de germinação). Em ambos os momentos de avaliação, considerou-se a germinação tecnológica das sementes, ou seja, a formação de plântulas normais. Os resultados foram expressos em porcentagem.

Junto ao teste de germinação foram realizadas leituras para obtenção do índice de velocidade de germinação (IVG). Após 24 horas do início do teste de germinação foram feitas leituras diárias até que o processo de germinação se estabilizasse, onde foram consideradas somente plântulas normais na contagem. Para determinar o índice de velocidade de germinação, utilizou-se a metodologia de Maguire (1962) onde: IVG = (G1/N1)+(G2/N2)+...+(Gn/Nn) e os resultados foram expressos em unidade adimensional, onde G1, G2, Gn são os números de plântulas na primeira, na segunda e na última contagem diária e, N1, N2, Nn representam o número de dias da semeadura até o dia da contagem respectiva.

Para o teste de emergência em areia foram separadas 200 sementes de cada variedade e tratamento, divididas em quatro subamostras de 50 sementes, semeadas em bandejas com 2,5 kg de areia lavada, peneirada e esterilizada a 105 ± 3 ºC por 4 horas, as bandejas foram divididas ao meio o que possibilitou a semeadura de duas repetições em cada, na profundidade de 2 cm. As bandejas foram mantidas sob incidência luminosa de 12 horas, com umidade de 60% da capacidade de retenção da areia, e monitoramento diário da temperatura e umidade relativa do ar (BRASIL, 2009). As leituras foram feitas diariamente acompanhando o desenvolvimento das plântulas, sendo consideradas as plântulas emersas de algodão com formação normal. Os resultados foram expressos em porcentagem ao final da estabilização da emergência.

A avaliação do índice de velocidade de emergência (IVE) foi executada simultaneamente com a emergência em areia, onde foram feitas leituras diárias até que se estabilizasse a

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

emergência, em torno de oito dias, contabilizando somente as plantas com desenvolvimento e formação normais. Foi calculado o índice de velocidade de emergência de acordo com a metodologia de Maguire (1962); utilizando-se a mesma empregada para obtenção do índice de velocidade de germinação. Os resultados foram expressos em unidade adimensional.

Conduziu-se o teste de envelhecimento acelerado seguindo a metodologia de Marcos Filho (1999), onde as sementes tratadas com os devidos produtos e doses foram distribuídas uniformemente e sem sobreposição entre elas sobre uma tela de alumínio; em seguida as telas foram acopladas em caixas de acrílico do tipo “gerbox”, acima de uma película de 40 mL de água destilada. Posteriormente as caixas foram tampadas, identificadas e levadas a uma BOD com temperatura programada de 41 °C por 48 horas, na ausência de luz.

Ao fim, as sementes envelhecidas foram submetidas ao teste de germinação em papel, conforme descrito anteriormente. Ao completar sete dias do início do teste de germinação os rolos de papel foram abertos e realizada a contagem de sementes germinadas; para a contabilização considerou-se a germinação tecnológica das sementes, ou seja, o percentual de plântulas normais. Os resultados foram expressos em porcentagem.

Determinou-se o comprimento de plântulas a partir da metodologia descrita por Nakagawa (1999) com algumas modificações, onde se avaliou quatro repetições de 10 sementes para cada tratamento.

As sementes de algodão previamente tratadas foram cuidadosamente colocadas entre folhas de papel “Germitest”, duas inferiores e uma superior, já umedecidas com água destilada na proporção de 2,3 vezes a massa do papel seco, de forma equidistante no terço superior longitudinal do papel, garantindo que as raízes ficassem voltadas para baixo, potencializando o crescimento em linha reta da raiz. Em seguida o conjunto de rolos foi colocado dentro de sacos pretos de lixo e levados a uma BOD, onde foram acondicionados em um ângulo de 75°, na temperatura de 25 °C, sem luminosidade a fim de que as sementes consumissem o máximo da reserva, para o crescimento. Ao sétimo dia, as plântulas normais (comprimento total) foram medidas. Os resultados desse teste foram expressos em centímetros.

As plântulas normais do teste anterior foram utilizadas para a determinação das massas fresca e seca. Após a tomada das medidas das plântulas normais fez-se a retirada das folhas cotiledonares e realizou-se a pesagem em uma balança semi-analítica (0,001g). Logo depois, foram acomodadas em sacos de papel e levadas a estufa com circulação de ar forçada a 80 °C, onde permaneceram por 24 horas. Ao fim desse período, as amostras foram novamente pesadas em balança semi-analítica para determinação da massa seca. Os resultados foram expressos em g plântula^{-1} e mg plântula^{-1}, para massas fresca e seca, respectivamente.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado e, os dados obtidos ao fim de cada teste foram submetidos à análise de variância e Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o aplicativo estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No momento de montagem do experimento as sementes de algodão apresentavam teores de água de 9,64 e 8,80% para as variedades TMG 44 B2RF e TMG 91 WS3, respectivamente. Na tabela 3 são apresentados os resultados dos testes realizados nas sementes da variedade TMG 44 B2RF tratadas com o produto Comodez.

Tabela 3. Primeira contagem da germinação (PC, %), germinação (%), índice de velocidade de germinação (IVG), emergência em areia (EAreia, %), índice de velocidade de emergência (IVE), envelhecimento acelerado (EA, %), comprimento (cm), massa fresca (MF, g) e massa seca (MS, mg) de plântulas de *Gossypium hirsutum* cv TMG 44 B2RF tratadas com Comodez. Cuiabá/MT, 2024

Tratamentos	PC	Germ	IVG	EAreia	IVE	EA	Comp	MF	MS
Dose comercial	9,5 b	54,0 b	54,27	95,5	41,66	67,0 b	23,28	4,95	0,32 ab
Dobro da dose	9,0 b	77,5 a	54,67	95,5	42,90	71,5 ab	23,66	5,39	0,34 a
Testemunha	19,0 a	53,5 b	54,42	97,5	43,17	77,0 a	23,17	4,53	0,28 b
CV (%)	29,57	18,96	0,96	3,27	5,48	6,07	3,58	9,72	9,03

Médias de quatro repetições seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

A variedade TMG 44 B2RF na primeira contagem da germinação apresentou diferença entre a testemunha e as sementes tratadas com as doses de Comodez, onde as sementes sem o tratamento tiveram o melhor desempenho. Entretanto, na porcentagem de germinação as sementes com o dobro da dose comercial tiveram maior taxa de germinação, se destacando das demais, enquanto o tratamento com dose comercial e a testemunha foram semelhantes.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

A redução acentuada no vigor inicial (primeira contagem) e germinação final neste experimento, evidencia que o lote de sementes utilizado apresentava um baixo vigor fisiológico. Esse comportamento indica que as restrições cinéticas no início do processo de embebição decorrem da baixa qualidade inicial, uma vez que as sementes já contavam com tratamento industrial fitossanitário prévio de fungicidas, o que descarta interferências bióticas por patógenos. Posteriormente o fornecimento de energia metabólica e a ativação das rotas enzimáticas tardias permitiram a recuperação das taxas de germinação tecnológica aos 12 dias, com destaque para o dobro da dose de Comodez, que atingiu 77,5%.

Os resultados obtidos com a variedade TMG 44 B2RF confirmam que o lote avaliado apresentava um potencial fisiológico inicial substancialmente abaixo dos padrões médios esperados para sementes comerciais de algodão. Essa constatação de baixo vigor intrínseco justifica as reduções observadas nas variáveis biológicas, na pesquisa realizada por Souza (2022), constatou que os testes de germinação e de envelhecimento acelerado, são os métodos de maior confiabilidade para detectar e discriminar o real nível de vigor em sementes de algodão.

Em relação aos dados dos índices de velocidade de germinação e de emergência em areia, assim como a porcentagem de emergência de plântulas em areia, o comprimento e a massa fresca das plântulas, não houve diferenças entre os tratamentos.

No teste de envelhecimento acelerado as sementes do tratamento testemunha apresentaram maior porcentagem de germinação entre os três tratamentos, mas, semelhante à germinação das sementes tratadas com o dobro da dose do produto.

O teste de envelhecimento acelerado submete as sementes a um estresse de alta temperatura e alta umidade relativa. Sob essas condições, ocorre uma degradação acelerada de membranas celulares e oxidação de reservas. Na câmara de envelhecimento o excesso de sais minerais do tratamento eleva a condutividade elétrica ao redor do tegumento e reduz o potencial osmótico local. Esse acúmulo iônico, associado ao estresse térmico, intensifica a perda de integridade das membranas celulares e acelera a lixiviação de solutos internos essenciais. Conforme consolidado por Marcos Filho (1999), esse processo de deterioração induzida intensifica a permeabilidade da membrana e eleva o extravasamento de solutos citoplasmáticos essenciais. Isso pode justificar os resultados inferiores quando se empregou o Comodez no tratamento das sementes antes de submetê-las ao envelhecimento.

A massa seca das sementes tratadas com o dobro da dose de Comodez apresentaram um resultado superior à testemunha e semelhante à dose comercial.

Segundo a pesquisa de Lindolfo et al. (2026), o tratamento realizado na pesquisa em que não havia o efeito do molibdênio constatou que o nutriente não foi limitante no crescimento

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

inicial da plântula de algodão. As variações encontradas ocorreram devido à baixa qualidade das sementes desse lote analisado.

Não houve diferença entre os tratamentos para os dados de primeira contagem, porcentagem e índice de velocidade de germinação e emergência em areia, envelhecimento acelerado e, massas fresca e seca de plântulas oriundas de sementes de algodão da variedade TMG 44 B2RF tratadas com Comonifix (Tabela 4).

Tabela 4. Primeira contagem da germinação (PC, %), germinação (%), índice de velocidade de germinação (IVG), emergência em areia (EAreia, %), índice de velocidade de emergência (IVE), envelhecimento acelerado (EA, %), comprimento (cm), massa fresca (MF, g) e massa seca (MS, mg) de plântulas oriundas de sementes de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) cv TMG 44 B2RF tratadas com Comonifix. Cuiabá/MT, 2024

Tratamentos	PC	Germ	IVG	EAreia	IVE	EA	Comp	MF	MS
Dose comercial	75,0	95,5	52,08	95,5	49,24	84,5	24,70 a	6,78	0,45
Dobro da dose	77,5	93,0	48,21	96,5	49,61	79,5	25,00 a	6,90	0,43
Testemunha	72,5	91,5	49,92	97,0	52,02	87,0	21,98 b	6,33	0,42
CV (%)	10,69	5,18	4,76	2,64	5,97	11,28	3,60	10,78	10,31

Médias de quatro repetições seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

No teste de emergência em areia, as sementes de algodão apresentaram valores próximos a 100% de emergência de plântulas normais independente do tratamento empregado. Assim, o vigor inicial das sementes pode ser responsável pela ausência de diferença entre os tratamentos.

O comprimento de plântulas foi o único parâmetro que apresentou diferença entre os resultados dos tratamentos, onde as sementes tratadas com Comonifix geraram plântulas de maior comprimento quando comparadas à testemunha. Segundo Abreu Júnior (2014), o uso de fósforo no tratamento de sementes de algodão surtiu efeito imediato no comprimento radicular das plântulas avaliadas em sua pesquisa.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

O fósforo atua diretamente na expansão do sistema radicular. Isso explica fisiologicamente no aumento do comprimento total das plântulas, pois, raízes mais vigorosas otimizam a absorção de água nos rolos de papel. Além disso, o níquel ativa a enzima urease, que degrada a ureia interna gerada no catabolismo de aminoácidos durante a germinação, evitando a toxicidade por amônia e redistribuindo o nitrogênio para o crescimento dos tecidos novos.

Como descrito por Marschner (2012), a taxa de crescimento da parte aérea é inibida sob limitação de fósforo, enquanto a taxa de elongação de células das raízes pode ser aumentada. Também é descrito que a aplicação de níquel via solo ou foliar diminui as concentrações de ureia e aumenta a atividade da urease; em plantas com baixo teor de níquel a utilização de nitrogênio fornecido por ureia é comprometida e pode haver toxicidade.

Embora os valores das massas fresca e seca das plântulas mais compridas tenham sido ligeiramente superiores, estatisticamente não houve diferença em relação à testemunha.

Quanto ao emprego dos bioestimulantes Stimulate e Greener nas sementes de algodão, eles não proporcionaram diferenças entre eles e em relação à testemunha quanto aos dados de índice de velocidade de germinação, porcentagem e índice de velocidade de emergência em areia, envelhecimento acelerado e, massas fresca e seca de plântulas oriundas de sementes de algodão da variedade TMG 91 WS3 (Tabela 5).

Tabela 5. Primeira contagem da germinação (PC, %), germinação (%), índice de velocidade de germinação (IVG), emergência em areia (EAreia, %), índice de velocidade de emergência (IVE), envelhecimento acelerado (EA, %), comprimento (cm), massa fresca (MF, g) e massa seca (MS, mg) de plântulas oriundas de sementes de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) cv TMG 91 WS3 tratadas com Greener e Stimulate. Cuiabá/MT, 2024

Tratamentos	**PC**	**Germ**	**IVG**	**EAreia**	**IVE**	**EA**	**Comp**	**MF**	**MS**
Greener	73,0 b	89,5 ab	41,50	97,5	52,13	90,5	23,51 a	4,87	0,30
Stimulate	93,0 a	96,5 a	42,21	98,0	52,46	87,0	21,77 b	4,42	0,28
Testemunha	68,5 b	84,0 b	40,75	97,5	51,54	91,5	21,79 b	4,48	0,26

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

CV (%)	6,54	4,16	2,26	2,10	3,02	4,37	3,64	13,53	13,72

Médias de quatro repetições seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

O incremento observado na primeira contagem de germinação com o uso de Stimulate está intrinsecamente ligado à atuação do ácido giberélico presente na formulação do produto. Fisiologicamente, as giberelinas exógenas mimetizam os sinais endógenos de quebra de dormência, desencadeando a síntese de enzimas hidrolíticas como a □□amilase.

Os produtos Greener e Stimulate aumentaram 5,5 e 12,5 pontos percentuais a porcentagem de germinação das sementes de algodão, respectivamente (Tabela 5). Observa-se nas Figuras 1, 2 e 3 as plântulas normais desenvolvidas entre a primeira e a segunda leitura do teste de germinação (na primeira leitura retirou-se as plântulas normais).

Figura 1. Segunda leitura do teste de germinação (aos 12 dias) de sementes de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) cv TMG 91 WS3 tratadas com 2,0 mL kg^{-1} Greener. Cuiabá/MT, 2024



Fonte: Autor 2026.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Figura 2. Segunda leitura do teste de germinação (aos 12 dias) de sementes de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) cv TMG 91 WS3 tratadas com 7,5 mL kg^{-1}, Stimulate. Cuiabá/MT, 2024



Fonte: Autor 2026.

Figura 3. Segunda leitura do teste de germinação (aos 12 dias) de sementes de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) cv TMG 91 WS3, testemunha. Cuiabá/MT, 2024



Fonte: Autor 2026.

Taiz *et al*. (2017) relatam que o balanço hormonal entre ácido abscísico (ABA) e giberelina (GA) é fator regulatório da dormência e da germinação das sementes. ABA tem um

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

efeito de inibição da germinação, enquanto GA promove a germinação, conforme o decorrer do processo de embebição da semente a sensibilidade à GA aumenta e favorece a germinação.

Segundo a pesquisa realizada por Rezende et al. (2017), sementes de algodão tratadas com bioestimulantes/reguladores vegetais na dose de 6 mL kg de sementes^{-1} (Giberelina, ácido indolacético, zeatina) apresentaram aumento de 14% na germinação quando comparadas com a testemunha. Assim como na pesquisa citada o padrão se repetiu, onde as sementes tratadas com a dose de 7,5 mL de Stimulate kg de semente-^{1} tiveram acréscimo de 14% em relação à testemunha. No entanto os produtos não influenciaram na velocidade do processo de germinação, como pode ser observado pelos dados de índice de velocidade de germinação e emergência (Tabela 5).

No teste de emergência em areia, o percentual de plântulas emersas foi superior às germinadas no rolo de papel; provavelmente pelo efeito da areia em anular os patógenos presentes no tegumento das sementes.

Na determinação do comprimento das plântulas, as sementes tratadas com Greener proporcionaram a obtenção de plântulas com média superior. Rezende et al. (2017), obtiveram plântulas de algodão com maior comprimento total utilizando a dose de 2,4 mL kg de sementes^{-1} do bioestimulante (Giberelina, ácido indolacético, zeatina).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os produtos testados (Comodez, Comonifix, Greener e Stimulate) não comprometeram o desempenho fisiológico das sementes de algodão, mas alguns tratamentos mostraram efeito positivo em variáveis específicas.

Comonifix e Greener, aplicados nas variedades TMG 44 B2RF e TMG 91 WS3, respectivamente, apresentaram resultados superiores em relação ao comprimento de plântulas.

As sementes de algodão tratadas com Comodez e Stimulate das variedades TMG 44 B2RF e TMG 91 WS3, respectivamente, foram superiores em relação aos resultados de porcentagem de germinação (77,5 e 96,5%, respectivamente).

REFERÊNCIAS

ABRASEM — Associação Brasileira de Sementes e Mudas. **Guia Abrasem de Boas Práticas de Tratamento de Sementes**. São Paulo: ABRASEM, 2015. Disponível em: https://www.abrasem.com.br/guia-abrasem-de-boas-praticas-de-tratamento-de-sementes. Acesso em: 25 nov. 2025.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

ABREU JÚNIOR, J. de S. **Recobrimento de sementes de algodão com fósforo, zinco e boro**: efeitos imediatos e após o armazenamento. 2014. 122 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) — Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014. Disponível em: https://repositorio.ufpel.edu.br/handle/prefix/3167. Acesso em: 15 set. 2025.

ALMEIDA, F. de A. C. *et al*. Avaliação da qualidade e conservação de sementes a nível de produtor. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 26., 1997, Campina Grande. **Anais** [...]. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba, 1997. Disponível em: https://dspace.sti.ufcg.edu.br/handle/riufcg/38623. Acesso em: 15 set. 2025.

AMARO, H. T. R. *et al*. Tratamento de sementes com produtos à base de fertilizantes e reguladores de crescimento. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, [S.l.], v. 26, n. 1, p. 222–242, 2020. DOI: 10.36812/pag.2020261222-242. Disponível em: https://revistapag.agricultura.rs.gov.br/ojs/index.php/revistapag/article/view/625. Acesso em: 10 dez. 2025.

ARAÚJO, A. E. de. **Cultura do algodão no Cerrado**. Campina Grande, PB: Embrapa Algodão, 2017. 71 p. (Série Sistema de Produção, 2). Disponível em: http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1155388. Acesso em: 25 nov. 2025.
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE ALGODÃO (ABRAPA). **Dados do Setor**. Brasília: ABRAPA, 2024. Disponível em: https://abrapa.com.br/contato/. Acesso em: 25 nov. 2025.

BARROS, J. **Fertilidade do solo e nutrição das plantas**. Évora: Universidade de Évora, 2020. Disponível em: http://hdl.handle.net/10174/28120. Acesso em: 25 nov. 2025.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 398 p.
DE OLIVEIRA, G. R. F. Nutrição mineral de plantas e qualidade fisiológica de sementes: uma análise científica. In: **Sementes**: foco em pesquisa sobre qualidade fisiológica e sanitária. Nova Xavantina: Pantanal Editora, 2024. v. 2.

DEORCE, G. G. de O. *et al*. Giberelina e citocinina na emergência e desenvolvimento de plântulas de mamoeiro cv. THB com sementes de um ano de armazenamento. **Revista Delos**, [S.l.], v. 18, n. 65, p. e4301, 2025. DOI: 10.55905/rdelosv18.n65-030. Disponível em: https://ojs.revistadelos.com/ojs/index.php/delos/article/view/4301. Acesso em: 27 fev. 2026.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, 2011.

GOMES, J. P. **Comportamento da germinação e vigor de sementes de algodão**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) — Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 1992. Disponível em: https://dspace.sti.ufcg.edu.br/handle/riufcg/2429. Acesso em: 25 nov. 2025.

IMEA – Instituto Mato-Grossense de Economia Agropecuária. **Custos de produção agropecuária**: melhorias metodológicas dos MeCon. Cuiabá: IMEA, 2025.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

LINDOLFO, M. M.; SOUZA, V. B. de; LACERDA, J. J. de J. Respostas produtivas e fisiológicas do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) à omissão de macro e micronutrientes em condições controladas de vaso. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, [S.l.], v. 12, n. 2, p. 1–28, 2026. DOI: 10.51891/rease.v12i2.24373. Disponível em: https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/24373. Acesso em: 3 mar. 2026.

LOPES, A. S. **Micronutrientes**: filosofias de aplicação e eficiência agronômica. São Paulo: ANDA – Associação Nacional para Difusão de Adubos, 1999. 58 p. (Boletim Técnico, n. 8). Disponível em: https://portalgepes.com/wp-content/uploads/2020/03/anda-micronutrientes-filosofias-de-aplicac3a7c3a3o-e-eficic3aancia-agronc3b4mica.pdf. Acesso em: 25 nov. 2025.

MAGUIRE, L.D. Speed of germination – aid in selection and evolution for seedling emergence and vigor**. Crop Science**, Madison, v.2, n.2, p.176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.1-24.

MARSCHNER, Petra (ed.). **Marschner's mineral nutrition of higher plants**. 3. ed. London: Academic Press, 2012. Disponível em: https://home.czu.cz/storage/737/65060_Mineral-Nutrition-of-higher-plants-Marschner-2012.pdf. Acesso em: 30 maio 2026.

MORAIS, G. L. **Acompanhamento do cultivo da soja e do algodão no Cerrado e proposições de zonas de manejo**. 2022. 75 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) — Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2022. Disponível em: https://lume.ufrgs.br/handle/10183/251596. Acesso em: 3 jun. 2026.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates, 1999. p. 2.1-2.24.

OLIVEIRA, A. B. de *et al*. Qualidade fisiológica de sementes de algodão submetidas ao condicionamento osmótico e secagem. **Agrária - Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, [S.l.], v. 5, n. 3, p. 358-363, 2010. DOI: 10.5039/agraria.v5i3a783. Disponível em: http://www.agraria.pro.br/ojs32/index.php/RBCA/article/view/v5i3a783. Acesso em: 3 jun. 2026.

PÁDUA, G. P.; VIEIRA, R. D.; BARBOSA, J. C. Desempenho de sementes de algodão tratadas quimicamente e armazenadas. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 24, n. 1, p. 212-219, 2002. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbs/a/3bdrPNsnNWSMYZyrS5bNGkv/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 25 nov. 2025.

PEREIRA, P. R. R. **Qualidade fisiológica de sementes de algodão pós-deslintamento**. 2020. Monografia (Graduação em Agronomia) — Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2020. Disponível em: https://sip.prg.ufla.br/arquivos/php/bibliotecas/repositorio/download_documento/baixar_por_ano_semestre_matricula.php?arquivo=20201_201820108. Acesso em: 25 nov. 2025.

QUEIROGA, V. de P. *et al*. Qualidade de sementes de algodão armazenadas em função de diferentes cultivares e teores de água. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 4, p. 136-144, 2009.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

QUEIROGA, V. de P. Qualidade fisiológica de sementes. In: BARROS NETO, J. J. da S. *et al*. (org.). **Sementes**: Estudos Tecnológicos. Aracaju: IFS – Instituto Federal de Sergipe, 2014. cap. 5, p. 79–104. Disponível em: https://www.ifs.edu.br/images/EDIFS/ebooks/2014/Sementes_Estudos_Tecnológicos.pdf. Acesso em: 25 nov. 2025.

QUEIROGA, V. de P.; MENDES, N. V. B.; LIMA, D. de C. Produção de sementes de algodão no âmbito do agronegócio. **Research, Society and Development**, [S.l.], v. 11, n. 14, p. e71111435753, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i14.35753. Disponível em: https://rsdjournal.org/rsd/article/download/35753/30119/397568. Acesso em: 25 nov. 2025.

RESENDE, Á. V. de. **Micronutrientes na agricultura brasileira**. Rio de Janeiro: CETEM, 2005. (Série Estudos e Documentos, n. 64). Disponível em: http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/249/1/sed-64.pdf. Acesso em: 25 nov. 2025.

REZENDE, G. F. *et al*. Efeitos da aplicação de bioestimulantes em sementes de algodão. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 12, n. 1, p. 177-181, 2017. Disponível em: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7102602. Acesso em: 3 jun. 2026.

SANT'ANA, C. R. *et al*. Tratamento de sementes de soja durante períodos de armazenamento. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 4, p. 27722-27740, 2022. DOI: 10.34117/bjdv8n4-324. Disponível em: https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/46654. Acesso em: 27 nov. 2025.

SANTOS, D. R. dos; SILVA, L. S. da. **Fertilidade do solo e nutrição de plantas**: 5º semestre. Santa Maria: UFSM, Centro de Ciências Rurais, 2010. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/16178/Curso_Agric-Famil-Sustent_Fertilidade-Solo-Nutricao-Plantas.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 1 jun. 2026.

SOUZA, C. C. R. C. de. **Avaliação de cultivares de algodão submetidas a diferentes testes de vigor**. 2022. 41 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) — Escola de Ciências Médicas e da Vida, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2022. Disponível em: https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/handle/123456789/5137. Acesso em: 28 nov. 2025.

TAIZ, L. *et al*. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. Disponível em: https://archive.org/details/taiz-zeiger-fisiologia-vegetal-6a-ed. Acesso em: 31 maio 2026.

VIEIRA, E. L. **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. Tese (Doutorado em Fitotecnia) — Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde-20191220-142850/. Acesso em: 25 nov. 2025.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.