



Desenvolvimento inicial do Feijão-Caupi em resposta ao tratamento de sementes e disponibilidade hídrica

Early development of cowpea in response to seed treatment and water availability

André Rodrigues dos Reis ¹, Hugo Tiago Ribeiro Amaro ¹, Edson Marcos Viana Porto ¹,
 Cristiane Alves Fogaça ¹, Debora Cristina Santos Custodio ¹, Raniele Caetano Costa ¹

RESUMO

A disponibilidade adequada de água no solo e o uso de sementes de qualidade são fundamentais para o desenvolvimento das culturas. A utilização de produtos para incorporação de aditivos às sementes já é utilizada em diversas culturas, embora ainda sejam necessárias mais pesquisas para culturas economicamente importantes, como o feijão-caupi. Assim, objetivou-se avaliar o efeito da disponibilidade de água no solo e do tratamento de sementes no desenvolvimento inicial do feijão-caupi. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições, envolvendo diferentes níveis de água do solo (20, 40, 60 e 80% da capacidade de retenção), além do tratamento de sementes com bioestimulante e fertilizante. Após o tratamento, as sementes foram semeadas nos respectivos níveis de umidade. Avaliaram-se o estande inicial, a emergência total, o tempo médio de emergência de plântulas e o comprimento da parte aérea de plântulas. Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão. Houve efeito significativo dos tratamentos sobre as variáveis analisadas. Conclui-se que os diferentes níveis de umidade e o tratamento de sementes com o bioestimulante e fertilizante influenciam o desenvolvimento inicial do feijão-caupi, sendo que o bioestimulante Stimulate® aumenta a tolerância ao déficit hídrico e melhora o desempenho inicial das plantas.

Palavras-chave: Emergência; Estresse hídrico; *Vigna unguiculata* (L.) Walp; Vigor

ABSTRACT

Adequate soil water availability and the use of quality seeds are fundamental for crop development. The use of products to incorporate additives into seeds is already employed in several crops, although further research is still needed for economically important crops such as cowpea. Thus, the objective was to evaluate the effect of soil water availability and seed treatment on the initial development of cowpea. The experimental design used was completely randomized, with four replications, involving different soil water levels (20, 40, 60, and 80% of retention capacity), in addition to seed treatment with biostimulant and fertilizer. After treatment, the seeds were sown at the respective moisture levels. Initial stand, total emergence, mean seedling emergence time, and shoot length were evaluated. The data were subjected to analysis of variance and regression. There was a significant effect of the treatments on the variables analyzed. It is concluded that different moisture levels and seed treatment with biostimulant and fertilizer influence the initial development of cowpea, with the biostimulant Stimulate® increasing tolerance to water deficit and improving the initial performance of the plants.

Keywords: Emergency; Water stress; *Vigna unguiculata* (L.) Walp; Vigor

¹ Universidade Estadual de Montes Claros;

Autor correspondente Debora Cristina Santos Custodio: deboracristina840@gmail.com

Recebido em: 31/01/2024. Aceito em: 27/04/2026.

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

1 INTRODUÇÃO

O feijão-caupi, também conhecido como feijão-de-corda ou feijão macassar, desempenha um papel fundamental na subsistência das regiões Norte e Nordeste do Brasil, principalmente no Semiárido Nordestino. Essa cultura desempenha um papel crucial na alimentação das populações locais, em particular as mais desfavorecidas, uma vez que oferece um alimento altamente nutritivo e é um dos principais componentes da dieta. Além disso, o cultivo do feijão-caupi gera empregos e renda, tanto nas áreas rurais como nas áreas urbanas (Lima *et al.*, 2007).

O feijão-caupi apresenta alto conteúdo de proteína nas sementes (Akande, 2007), além disso, também é utilizado como forragem verde, feno, silagem, farinha para alimentação animal e, ainda, como adubação verde e proteção do solo (Andrade Júnior, 2000). Apesar do feijão-caupi ser uma cultura considerada bem adaptada às condições tropicais locais, ainda não possui alta produtividade, tanto quando cultivado sozinho como quando plantado junto com outras culturas (Miranda *et al.*, 1996) decorrente do uso de cultivares com baixo desempenho agrônomo e carência de programas adequados para o manejo de nutrientes no solo (Oliveira *et al.*, 2001), fatores estes associados com o uso de sementes de baixa qualidade para o estabelecimento da cultura.

Apesar de ser considerada uma cultura tolerante à seca, o déficit hídrico no feijão-caupi pode causar prejuízos ao desenvolvimento da cultura e severas perdas da produtividade de grãos, uma vez que afeta vários processos fisiológicos relacionados com a assimilação de nitrato, fixação simbiótica de nitrogênio, taxas de fotossíntese, condutância estomática e transpiração (Bastos *et al.*, 2017). De acordo com Carvalho e Nakagawa (2012), existe um teor mínimo de água disponível para que ocorra a completa reidratação da semente, do contrário, sem umidade adequada à lavoura não encontrará condições para se estabelecer.

O surgimento de novos produtos para a incorporação de aditivos às sementes aumenta a cada ano (Ferreira *et al.*, 2007). Entretanto, o momento correto para aplicação de bioestimulante e micronutrientes ainda não está totalmente definido, em função de diversos fatores que podem influenciar neste processo, como as condições climáticas, que são diferentes de ano para ano, as condições culturais, classe de solo, controle de pragas, aspectos nutricionais, as relações água-planta-atmosfera e as características e potencialidades genéticas das plantas (Vieira; Monteiro, 2002) além da forma de aplicação, que pode ser nas sementes através do tratamento antes da semeadura ou pulverização na linha de semeadura e via pulverização foliar que pode ser realizada em determinados estádios fenológicos dependendo da cultura que se utilizará o bioestimulante (Milléo *et al.*, 2000; Ávila *et al.*, 2008), fatos estes que justificam os estudos na área.

Objetivou-se com o presente trabalho avaliar o efeito da disponibilidade de água do solo associada ao tratamento de sementes com bioestimulante e fertilizante no desenvolvimento inicial do feijão-caupi.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Pesquisa da Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), Campus Paracatu, Minas Gerais. Foram utilizadas sementes de feijão-caupi, produzidas na região de Paracatu, Minas Gerais.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições por tratamento. O experimento constou da avaliação do efeito da disponibilidade de água no solo (20, 40, 60 e 80% da capacidade de retenção de água no solo) associada ao tratamento de sementes com o bioestimulante Stimulate® e o fertilizante Broadacre Mn⁺ no desenvolvimento inicial do feijão-caupi. A descrição dos produtos e doses utilizadas encontra-se na Tabela 1.

As sementes foram tratadas com o bioestimulante e o fertilizante (diluído em água) onde o contato da semente com as soluções contendo os produtos aconteceu minutos antes da realização das análises. O bioestimulante e o fertilizante foram aplicados nas sementes acondicionadas em sacos plásticos com capacidade de 2,0 kg, com auxílio de uma pipeta graduada. Após aplicação dos produtos sobre as sementes, o conjunto foi agitado vigorosamente durante dois a três minutos, visando uniformizar a distribuição do tratamento sobre a massa de sementes. Em seguida, as sementes tratadas foram colocadas para secar a sombra.

Tabela 1. Descrição dos produtos utilizados.

Produto	Classificação	Dose utilizada
Stimulate®	Regulador de crescimento vegetal do grupo químico citocinina + giberlina + ácido indolcanóico	0,75 L/100 Kg de sementes
Broadacre Mn ⁺	Suspensão aquosa, não fitotóxica, essencial na formação da clorofila na fotossíntese e participa ativamente dos processos de respiração. 50% Mn, 10% extratos de origem vegetal	0,4 L ha ⁻¹

Fonte: os autores (2025)

Após o tratamento, as sementes foram submetidas aos seguintes testes e/ou determinações: emergência de plântulas (Estande inicial e emergência total), tempo médio de emergência de plântulas e comprimento da parte aérea de plântulas.

- Emergência de plântulas: O teste de emergência de plântulas foi conduzido sob condições ambientais de laboratório, utilizando-se quatro repetições por tratamento. As sementes foram semeadas a dois cm de profundidade, em bandejas utilizando como substrato areia lavada. O substrato foi umedecido observando a descrição dos tratamentos (disponibilidade de água no solo), seguindo a metodologia contida nas Regras para Análise de Sementes – RAS (Brasil, 2009) e sempre que necessário, foram efetuadas irrigações para manter os volumes de água estabelecidos. Os resultados foram obtidos pelo número de plântulas normais emergidas, determinado por ocasião do quinto dia (Estande inicial) até o oitavo dia (Emergência total) após a montagem do experimento, expressos em percentagem de plântulas

emergidas. Foram consideradas emergidas as plântulas que se apresentaram a alça cotiledonar visível.

- Tempo médio de emergência de plântulas: O tempo médio de emergência foi conduzido em conjunto com o teste de emergência. As avaliações foram realizadas anotando-se diariamente, no mesmo horário, o número de plântulas emergidas até a estabilização da emergência que ocorreu no oitavo dia. O tempo médio de emergência foi calculado adaptando a metodologia proposta por Edmond e Drapala (1958).

- Comprimento de parte aérea: No final do teste de emergência de plântulas foi determinado o comprimento da parte aérea das plântulas consideradas normais, sendo que as mesmas foram cortadas em suas bases com o uso de tesouras e logo em seguida medidas com uso de réguas graduadas, sendo os resultados expressos em comprimento médio da plântula (cm).

Os dados foram submetidos à análise de variância em nível de 5% de probabilidade e posterior análise de regressão. Quando significativos, os efeitos dos volumes de água no solo (disponibilidade de água no solo) associados ou não ao tratamento de sementes, foram estudados por análise de regressão, escolhendo-se os modelos adequados para representá-los em função do seu comportamento biológico, da significância dos coeficientes do modelo e do valor do coeficiente de determinação (R^2).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verifica-se que o resultado de estande inicial de plântulas sem o tratamento de sementes ($\hat{y}_1$) apresentou comportamento quadrático. À medida que se aumentava a disponibilidade de água no solo, houve incremento nas médias obtidas, atingindo a máxima porcentagem de plântulas emersas (60,78%) quando o solo continha 63,25% de disponibilidade de água. A partir desse valor houve redução no estande de plântulas, observando 51,85% de emergência no solo com 80% de disponibilidade hídrica (Figura 1).

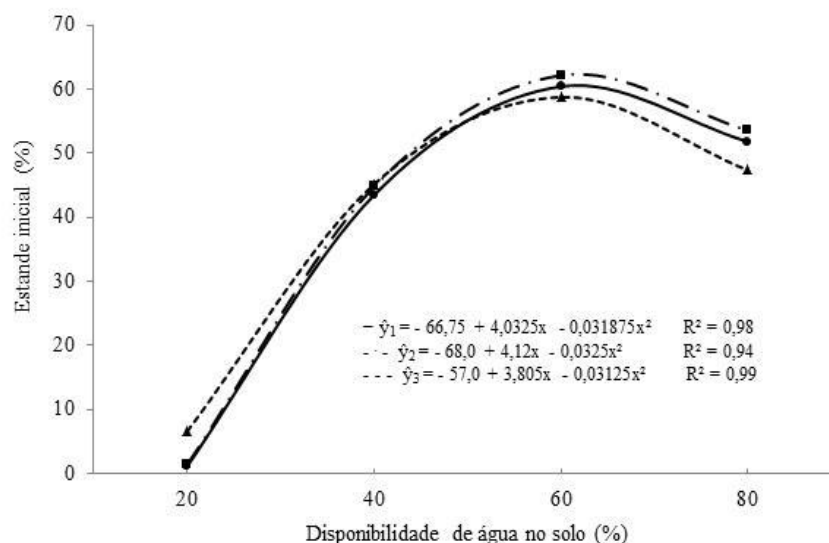


Figura 1. Estande inicial (%) de plântulas de feijão-caupi, em função da disponibilidade de água no solo e tratamento de sementes com bioestimulante e micronutriente. •ÿ1 (Testemunha - Sementes sem tratamento); •ÿ2 (Sementes tratadas com bioestimulante); ▲ÿ3 (Sementes tratadas com micronutriente).
Fonte: os autores (2025)

O baixo estande de plântulas verificado no valor mínimo de água no solo (20%) comprova a importância da água na germinação das sementes e emergência de plântulas. De acordo com Carvalho e Nakagawa (2012), existe um teor mínimo de água disponível para que ocorra a completa reidratação da semente, do contrário, sem umidade adequada, a lavoura não encontrará condições para se estabelecer.

As mesmas considerações também são feitas para situações de estresse hídrico provocado pelo excesso de água no solo. Sob efeito de excesso de água no solo, ocorre a diminuição da difusão do oxigênio, reduzindo as trocas gasosas entre o sistema radicular e o espaço poroso do solo (Zabalza *et al.*, 2008), com efeitos prejudiciais na germinação das sementes e emergência das plântulas. Esse efeito foi percebido quando a semeadura aconteceu em volumes de água no solo superiores a 63,25%, reduzindo a emergência de plântulas como já relatado (Figura 1), condição esta caracterizada como excesso de água para o processo germinativo e emergência de plântulas.

Verificando o efeito do tratamento de sementes com o bioestimulante, observa-se que os resultados também seguiram comportamento quadrático (Figura 1). O estande inicial de plântulas foi praticamente nulo quando o solo apresentava 20% de sua disponibilidade hídrica. Houve incremento no estande à medida que o solo estava com níveis mais adequados de umidade, atingindo a porcentagem máxima de emergência (62,57%) em solo com 63,38% de água disponível. A partir desse ponto houve redução nos valores obtidos, indicando que o excesso de água é prejudicial à germinação e desenvolvimento inicial do feijão-caupi.

O tratamento de sementes com o produto a base de micronutriente também obteve resultados se ajustando a um modelo quadrático (Figura 1). Nessa situação, o melhor resultado de estande de plântulas (58,82%) foi obtido na semeadura em solo com aproximadamente 60% de sua disponibilidade de água, evidenciando mais uma vez a importância dos níveis adequados de umidade para o desenvolvimento normal das plantas.

De uma maneira geral, o tratamento de sementes com o produto a base de bioestimulantes proporcionou os melhores resultados. Os resultados da primeira contagem de plântulas normais emersas (Estande inicial – Figura 1) é um bom indicativo do vigor das sementes, uma vez que sementes que apresentam maior porcentagem de plântulas normais, na primeira avaliação, são as mais vigorosas, por apresentarem maior velocidade nos processos metabólicos, maiores taxas de crescimento, propiciando emissão mais rápida e uniforme da raiz primária na germinação e, produzirem plântulas com maior tamanho inicial e com raiz primária mais comprida (Schuch *et al.*, 1999). Nesse sentido, a aplicação do bioestimulante potencializou as sementes expressarem melhor desempenho em comparação aos demais tratamentos.

Em relação à emergência de plântulas (Figura 2), observa-se que os resultados obtidos sem o tratamento de sementes ($\hat{y}_1$) e do tratamento de sementes com o micronutriente ($\hat{y}_3$) se ajustaram a modelos de comportamento quadrático, enquanto o tratamento com o bioestimulante ($\hat{y}_2$) revelou efeito cúbico nos valores obtidos. Observa-se que, nas três situações, a semeadura em valor mínimo de água no solo (20%) ocasionou os menores valores de emergência de plântulas, cujas médias foram 40,75; 61,24 e 53,25% ($\hat{y}_1$, $\hat{y}_2$ e $\hat{y}_3$, respectivamente).

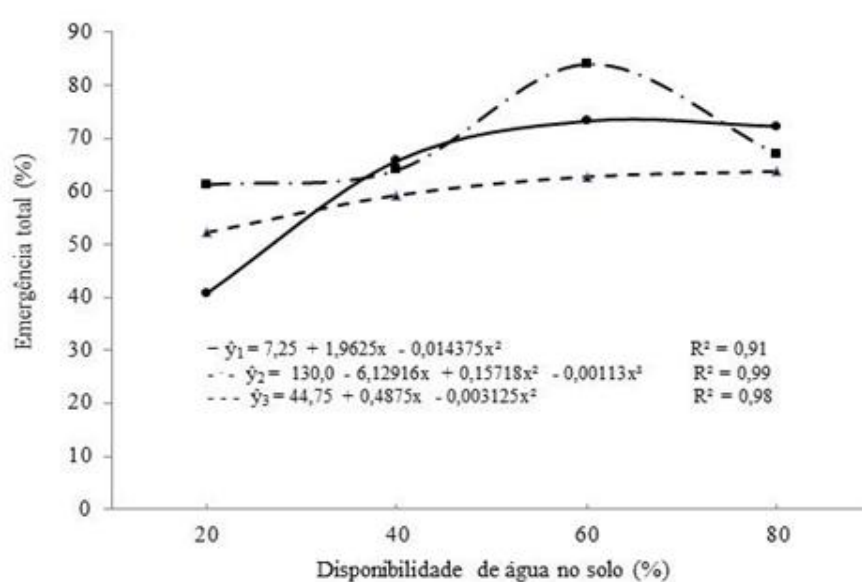


Figura 2. Emergência total (%) de plântulas de feijão-caupi, em função da disponibilidade de água no solo e tratamento de sementes com bioestimulante e micronutriente. • $\hat{y}_1$ (Testemunha - Sementes sem tratamento); • $\hat{y}_2$ (Sementes tratadas com bioestimulante); ▲ $\hat{y}_3$ (Sementes tratadas com micronutriente).

Fonte: os autores (2025)

É importante destacar que, mesmo sob baixo volume de água no solo, o tratamento de sementes com o bioestimulante proporcionou melhor resultado em relação às demais situações, comprovando o efeito benéfico do produto para a emergência de plântulas de feijão-caupi (Figura 2), inferindo que o bioestimulante utilizado aumentou a tolerância ao déficit hídrico durante a germinação e emergência do feijão-caupi.

De acordo com os modelos obtidos, o máximo valor de emergência verificado sem o tratamento de sementes ($\hat{y}_1$) foi 74,23%. O tratamento de sementes com o bioestimulante proporcionou o melhor resultado entre os demais, verificando aproximadamente 85% de plântulas emersas quando o solo apresentava 64,85% de sua disponibilidade de água (Figura 2). Já o tratamento de sementes com o produto a base do micronutriente obteve resultado máximo estimado em 63,76% de emergência de plântulas, corroborando mais uma vez a melhor resposta quando as sementes foram tratadas com o bioestimulante, com o fornecimento adequado de água.

Em relação ao uso de bioestimulantes nas culturas, Ono *et al.* (1999) relatam que estes produtos são complexos que promovem o equilíbrio hormonal das plantas, favorecendo a expressão do seu potencial genético, estimulando o desenvolvimento

do sistema radicular. Acredita-se que o regulador vegetal, composto por ácido indolbutírico, cinetina e ácido giberélico, pode, em função de sua composição, concentração e proporção das substâncias, incrementar o crescimento e desenvolvimento vegetal, estimulando a divisão celular e podendo, também, aumentar a absorção de água e nutrientes pelas plantas (Vieira; Castro, 2002).

Alleoni *et al.* (2000) não observaram diferença significativa para emergência (“stand” inicial) de plantas de feijoeiro tratadas com Stimulate® via semente, mas verificaram uma tendência de melhoria no “stand” da cultura devido ao parcelamento da dose deste bioestimulante. E mostraram também que a aplicação via foliar e semente + foliar deste estimulante foi mais eficiente no desenvolvimento do feijoeiro. Oliveira *et al.* (2015) constataram que o uso do bioestimulante Stimulate® com concentrações de 0,5 a 0,75 L há⁻¹ proporcionou aumento na produção de grãos de feijão-caupi desde que a irrigação tenha sido realizada com água de condutividade elétrica menor que 3,5 dS m⁻¹.

A utilização destes produtos aplicados via sementes tem apresentado tem apresentado potencial de uso em diversas culturas de interesse agrícola, entretanto mais estudos devem ser realizados objetivando verificar respostas mais concretas no desempenho das sementes, bem como no desenvolvimento e produtividade das culturas. De acordo com Albuquerque *et al.* (2009), a principal característica do tratamento de sementes é a aplicação de pequenas doses desses produtos com alta precisão, contribuindo para a redução de custos e produtos químicos lançados ao meio ambiente.

Os resultados indicam que o fornecimento de bioestimulante via tratamento de sementes é uma alternativa viável para o feijão-caupi, proporcionando significativas contribuições para o agricultor. Rezende *et al.* (2017) estudando os efeitos da aplicação de bioestimulantes em sementes de algodão (*Gossypium hirsutum* L.r. *latifolium* Hutch.), concluíram que o bioestimulante registrado como adubo foliar, na dose de 6 mL kg de sementes⁻¹, proporciona maior porcentagem de plântulas. Relataram também que o maior comprimento total e radicular é atingido na dose de 2,4 mL kg de sementes⁻¹ do bioestimulante comercial registrado como adubo foliar.

Brennecke *et al.* (2015) observaram, em sementes de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, que o incremento do biorregulador Stimulate® aumenta linearmente o comprimento da parte aérea das plântulas e promove eficiência máxima nas doses de 50 mg.L⁻¹ para porcentagem de germinação de sementes e comprimento da raiz das plântulas. A aplicação de Stimulate® resulta em ganhos para a formação de mudas de pepineiro, tomateiro e alface quando feita em forma de tratamento de sementes (Vendruscolo *et al.*, 2016). Avaliando a viabilidade técnico-econômica do uso de bioestimulantes em sementes de soja, Santini *et al.* (2015) concluíram que o uso dos tratamentos das sementes com os bioestimulantes Aminospeed Raiz® e Ultraseed® promoveu aumento significativo de produtividade de grãos, obtendo os maiores ganhos de viabilidade econômica quando comparado à testemunha. Os autores também observaram que a aplicação do biostimulante Stimulate® no tratamento de sementes de soja não ocasionou efeito significativo nas variáveis analisadas. Já em sementes de feijão, Ramos *et al.* (2015) verificaram que o tratamento de sementes com

bioestimulante proporcionou maior comprimento de plântulas, todavia queda na germinação e velocidade de germinação e emergência.

O tempo médio de emergência de plântulas apresentou resultados se ajustando a modelos de comportamento quadrático (Figura 3).

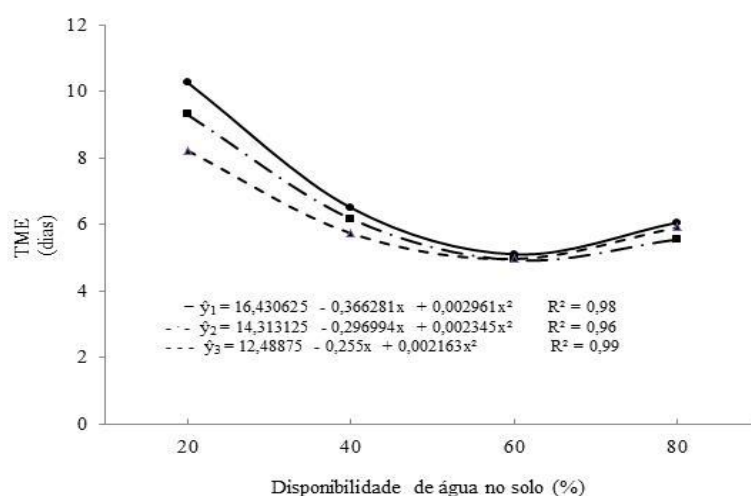


Figura 3. Tempo médio de emergência (TME) de plântulas de feijão-caupi, em função da disponibilidade de água no solo e tratamento de sementes com bioestimulante e micronutriente. • $\hat{y}_1$ (Testemunha - Sementes sem tratamento); • $\hat{y}_2$ (Sementes tratadas com bioestimulante); ▲ $\hat{y}_3$ (Sementes tratadas com micronutriente).

Fonte: os autores (2025)

Quando as sementes não foram submetidas ao tratamento ($\hat{y}_1$), o menor tempo médio de emergência (5,11 dias) foi obtido em volume de água estimado em 61,85%. Em adição, o tratamento de sementes com o bioestimulante e o micronutriente proporcionou os menores valores de tempo médio de emergência, observando 4,9 e 4,97 dias, respectivamente (Figura 3).

O tempo médio de emergência é um teste baseado no princípio de que lotes de sementes que possuem maior velocidade de germinação/emergência são mais vigorosos, indicando no presente trabalho que os tratamentos de sementes com os produtos testados auxiliam as sementes na máxima expressão do vigor. Em trabalho realizado por Mastella (2016), constatou-se que os tratamentos foram visivelmente superiores em relação à testemunha, sendo que os tratamentos com o Improver® e Stimulate® obtiveram maior velocidade de emergência (tempo médio de emergência de plântulas).

Os resultados do comprimento de plântulas também se ajustaram a modelos de comportamento quadrático (Figura 4).

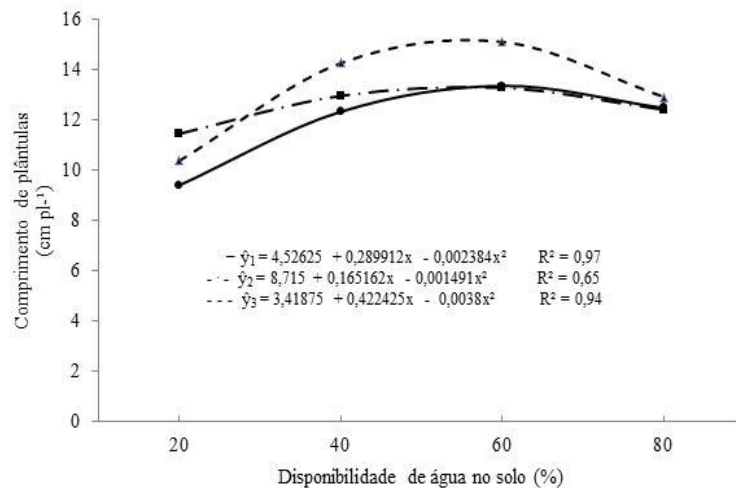


Figura 4. Comprimento (cm pl⁻¹) de plântulas de feijão-caupi, em função da disponibilidade de água no solo e tratamento de sementes com bioestimulante e micronutriente. • $\hat{y}_1$ (Testemunha - Sementes sem tratamento); • $\hat{y}_2$ (Sementes tratadas com bioestimulante); ▲ $\hat{y}_3$ (Sementes tratadas com micronutriente).
Fonte: os autores (2025)

Na semeadura observando apenas o efeito dos diferentes volumes de água no solo ($\hat{y}_1$), inicialmente verificou-se comprimento médio de 9,37 cm, com incrementos nos resultados até quando as plântulas apresentaram máximo comprimento médio de 13,34 cm, sendo o volume ideal de água estimado em 60,80% de disponibilidade no solo. A partir desse ponto houve redução nos valores obtidos, sendo que no máximo volume de água disponível no solo (80%) observou-se comprimento médio de 12,46 cm. Para as sementes tratadas com o bioestimulante, o melhor resultado (13,28 cm) foi obtido em uma disponibilidade de água estimada em 55,38%.

Em trabalho realizado com sementes de algodão, Antunes *et al.* (2014) concluíram que o bioestimulante Stimulate, aplicado via sementes não influenciou o desempenho fisiológico de sementes da cultivar FMX 966, verificando também que o comprimento de raiz é influenciado significativamente pelas condições de umidade do substrato. No entanto, de acordo com (Lana *et al.*, 2009), o uso de reguladores de crescimento nos estádios iniciais do desenvolvimento da plântula, assim como a aplicação dessas substâncias no tratamento das sementes, pode promover o crescimento das raízes e acelerar a recuperação das plântulas em condições adversas, como a escassez de água, como observado no presente trabalho.

De uma maneira geral observa-se que o tratamento das sementes com o micronutriente proporcionou o melhor resultado no crescimento das plântulas, cujo comprimento máximo estimado foi de 15,15 cm (Figura 4), indicando que o Broadacre Mn+ atua de forma positiva no desenvolvimento inicial da cultura.

Segundo Malavolta *et al.* (1997), o Manganês (Mn) desempenha papel fundamental na elongação celular, corroborando com os resultados do presente trabalho. Em situação de deficiência, pode inibir a síntese de lipídeos ou metabólitos secundários, como o ácido giberélico e os isoprenóides. Esse nutriente desempenha papel fundamental na elongação celular e sua deficiência pode inibir a síntese de lipídios ou metabólitos secundários, como o ácido giberélico e os isoprenóides

(Malavolta *et al.*, 1997). Além disso, o Mn está relacionado à formação da lignina (Marschner, 1995), presente na parede celular, à qual confere menor permeabilidade, exercendo assim, efeito significativo sobre a capacidade e a velocidade de absorção de água através do tegumento das sementes.

O uso de fertilizantes líquidos contendo micronutrientes fornecidos via tratamento de sementes também vem ganhando importância na agricultura. Eles são aderidos na semente para minimizar problemas de deficiência de micronutrientes durante os processos de germinação, desenvolvimento e produção de grãos (Martins *et al.*, 2016). O tratamento de sementes com micronutrientes se baseia no princípio da translocação dos mesmos para a planta. Assim, a reserva destes elementos, torna-se importante fonte para a nutrição durante o desenvolvimento da cultura, prevenindo o aparecimento de sintomas iniciais de deficiência (Oliveira *et al.*, 2010). Os micronutrientes são ativadores e/ou componentes estruturais de várias enzimas e quando fornecidos corretamente podem trazer benefícios à germinação e ao vigor das sementes (Taiz *et al.*, 2017).

Cunha *et al.* (2015) observaram que a qualidade fisiológica das sementes de sorgo (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) é influenciada positivamente pela aplicação de fertilizante a base de zinco e molibdênio. Já Amaro *et al.* (2019) verificaram que a qualidade fisiológica das sementes de crambe (*Crambe abyssinica* Hoechst) é influenciada negativamente por doses crescentes de zinco e molibdênio, observando redução na germinação e vigor das sementes com o aumento das doses do fertilizante utilizado no estudo. Segundo Moura *et al.* (2019), o tempo de embebição das sementes nas soluções de boro e molibdênio influenciou positivamente a germinação e o vigor das sementes de feijão comum. Os autores citam que para a aplicação dos micronutrientes boro e molibdênio nas sementes, recomenda-se a embebição por um período de cinco horas.

Trabalho realizado com sementes de amendoim (*Arachis hypogaea* L.), Silva *et al.* (2012) concluíram que a adição de molibdênio via semente propiciou aumento no teor de prolamina nas sementes. Observaram também que a combinação de doses de cálcio e molibdênio aplicados via semente propiciou aumento no teor de albumina, glutelina e globulina nas sementes.

O fato de as sementes das diversas culturas responderem de maneira diferenciada à aplicação de fertilizantes, possivelmente está associado a mecanismos metabólicos expressos pelas sementes, bem como interação entre os micronutrientes presentes no produto; condições fisiológicas da planta-mãe; maturação das sementes e base genética da própria cultivar, observações estas que justificam mais estudos no setor.

Quanto ao uso dos bioestimulantes, é importante destacar que a quantidade de fitormônio depende fundamentalmente da superfície de contato da semente, da quantidade de água e da concentração da solução, contendo os biorreguladores, absorvida pelas sementes (Buchanan *et al.*, 2000). Moterle *et al.* (2011) ressaltam que a absorção dos hormônios pode variar entre diferentes cultivares, provavelmente por diferenças morfogênicas e/ou taxas de absorção diferenciadas do biorregulador. Raven

et al. (2007) relatam que a resposta a um dado regulador não depende somente da sua estrutura química, mas também de como ele é reconhecido pelo tecido alvo.

Algumas considerações sobre o tratamento de sementes com bioestimulantes devem ser observadas. Nesse sentido, Albrecht *et al.* (2012) comentam que doses crescentes de substâncias biorreguladoras têm um limite ao efeito promotor (dose máxima recomendada), a partir do qual ocorrem efeitos negativos ao crescimento e desenvolvimento vegetal, provavelmente em função do desequilíbrio hormonal, o que reforça resultados de outros trabalhos. Silveira *et al.* (2011), ao tratarem sementes de soja com crescentes doses de Stimulate® (200; 400; 600; 800; 1000 e 1400 mL do produto para 100 kg de sementes), não observaram diferenças para porcentagem de germinação.

O uso de bioestimulante pode ser uma alternativa para auxiliar as plantas na superação de estresses abióticos, uma vez que atuam como incremento hormonal e nutricional. A aplicação de reguladores de crescimento nos estádios iniciais de desenvolvimento da plântula, assim como sua utilização no tratamento de sementes, pode estimular o crescimento radicular, atuando na recuperação mais acelerada das plântulas em condições desfavoráveis, tais como déficit hídrico (Lana *et al.*, 2009).

Em relação aos resultados obtidos, observa-se que a aplicação do produto à base de bioestimulante potencializou as melhores respostas no presente trabalho, mesmo com semeadura em níveis mais inferiores de umidade no solo, proporcionando maior tolerância ao déficit hídrico durante o desenvolvimento inicial do feijão-caupi. Nesse sentido destaca-se que os controladores hormonais, ou reguladores de crescimento vegetal, têm despertado atenção cada vez maior no agronegócio, à medida que as técnicas de cultivo evoluem, principalmente em culturas de grande importância econômica, como a soja, bem como nas culturas em crescente interesse pelo seu cultivo, como o feijão-caupi.

4 CONCLUSÕES

Os diferentes níveis de umidade do solo e o tratamento de sementes com o bioestimulante e fertilizante afetam o desenvolvimento inicial do feijão-caupi.

A aplicação do bioestimulante Stimulate® via sementes, resulta em efeitos positivos na emergência e desenvolvimento inicial do feijão-caupi.

O bioestimulante Stimulate® aumenta a tolerância ao déficit hídrico durante o desenvolvimento inicial do feijão-caupi.

5 AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES) pelo apoio técnico ao desenvolvimento da pesquisa e pela concessão de bolsas BIC/CAMPI e BIC/UNI; e à

Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro.

6 REFERÊNCIAS

AKANDE, S.R. Genotype by environment interaction for cowpea seed yield and disease reactions in the forest and derived savanna agro-ecologies of south-west Nigeria. **American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Science**, v. 2, p. 163-168, 2007.

ALBRECHT, L.P.; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A.; ÁVILA, M.R.; ALBRECHT, A.J.P. Biorregulador na composição química e na produtividade de grãos de soja. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 4, p. 774-782, 2012.

ALBUQUERQUE, K.A.D.; SILVA, P.A.; OLIVEIRA, J.A.; CARVALHO FILHO, J.L.S.; BOTELHO, F.J.E. Desenvolvimento de mudas de alface a partir de sementes armazenadas e enriquecidas com micronutrientes e reguladores de crescimento. **Bioscience Journal**, v. 25, n. 5, p. 56-65, 2009.

ALLEONI, B.; BOSQUEIRO, M.; ROSSI, M. Efeito dos reguladores vegetais Stimulate no desenvolvimento e produtividade do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **PUBLICATIO UEPG – Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias**, v. 6, n. 1, p. 23-35, 2000. <https://doi.org/10.5212/publicatio.v6i01.744>

AMARO, H.T.R.; DAVID, A.M.S.S.; ASSIS, M.O.; FIGUEIREDO, J.C.; CANGUSSÚ, L.V.S.; SILVA, M.B.O. Qualidade fisiológica de sementes de crambe tratadas com zinco e molibdênio. **Colloquium Agrariae**, v. 15, n. 2, p. 133-139, 2019.

ANDRADE JÚNIOR, A.S. de. **Viabilidade da irrigação, sob risco climático e econômico, nas microrregiões de Teresina e Litoral Piauiense**. 2000. 566 f. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Piracicaba: ESALQ.

ANTUNES, R.C.C.; DAVID, A.M.S.; AMARO, H.T.R.; OLIVEIRA, V.S.; ASSIS, M.O.; ALVES, D.D. Bioestimulante e umidade do substrato no desempenho fisiológico de sementes de algodão. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v.19, n. 2, p. 94-98, 2014. <https://doi.org/10.12661/pap.2014.015>

ÁVILA, M. R.; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A.; ALBRECHT, L.P.; TONIN, T.A.; STÜLP, M. Bioregulator application, agronomic efficiency, and quality of soybean seeds. **Scientia Agricola**, v. 65, n. 6, p. 604-612, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0103-90162008000600006>

BASTOS, E.A.; ANDRADE JÚNIOR, A.S.; NOGUEIRA, C.C.P. **Irrigação**. Cultivo de Feijão-Caupi. Versão Eletrônica. 2ª edição, 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/feijao-caupi>. Acesso: Out. 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNAD/DNDV/CLAV. 365 p. 2009.

BRENNECKE, K.; FERRAZ, F.M.; SIMÕES, T.R. Germinação de sementes de *Brachiaria decumbens* sob diferentes concentrações de biorregulador. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, v. 13, p. 145-151, 2015.

BUCHANAN, B.B.; GRUISSEM, W.; JONES, R.L. **Biochemistry & molecular biology of plants**. Rockville: American Society of Plant Physiologists, 1367 p. 2000.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção** (590 p). 5. ed. Jaboticabal: FUNEP. 590 p, 2012.

CUNHA, S.G.S.; DAVID, A.M.S.S.; AMARO, H.T.R.; ALVES, D.D.; PORTO, E.M.V. Qualidade fisiológica de sementes de sorgo em resposta ao tratamento com fertilizante à base de zinco e molibdênio. **Revista Agrarian**, v. 8, n. 30, p. 351-357, 2015.

EDMOND, J.B.; DRAPALA, W.L. The effects of temperature, sand and soil, and acetone on germination of okra seeds. **Proceedings of American Society of Horticultural Science**, v. 71, n. 2, p. 428-434, 1958.

FERREIRA, L.A.; OLIVEIRA, J.A.; VON PINHO, E.V.R.; QUEIROZ, D.L. Bioestimulante e fertilizante associados ao tratamento de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 2, p. 80-89, 2007.

LANA, A.M.Q.; GOZUEN, C.F.; BONOTTO, I.; TREVISAN, L.R. Aplicação de reguladores de crescimento na cultura do feijoeiro. **Bioscience Journal**, v. 25, n. 1, p. 13-20, 2009.

LIMA, C.J.G.S.; OLIVEIRA, F.A.; MEDEIRAS, J.F.; OLIVEIRA, M.K.T.; ALMEIDA JUNIOR, A.B. Resposta do feijão caupi a salinidade da água de irrigação. **Revista Verde Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 02, p. 79-86, 2007.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafos. 319 p, 1997.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2nd ed. San Diego: Academic Press. 889 p, 1995.

MARTINS, D.C.; BORGES, I.D.; CRUZ, J.C.; MARTINS NETTO, D.A. Produtividade de duas cultivares de milho submetidas ao tratamento de sementes com bioestimulantes fertilizantes líquidos e *Azospirillum* sp. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 15, n. 2, p. 217-228, 2016.

MASTELLA, L.D. **Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com fertilizante mineral e bioestimulante**. 2016. Trabalho de conclusão de curso (Graduação). Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Catarina. Curitiba. 29p.

MILLÉO, M.V.R. VENÂNCIO, W.S.; MONFERDINI, M.A. Avaliação da eficiência agrônômica do produto Stimulate aplicado no tratamento de sementes e no sulco de plantio sobre a cultura do milho (*Zea mays* L.). **Arquivos Instituto Biológico**, São Paulo, v. 67, n. 1, p. 1-145, 2000.

MIRANDA, P.; COSTA, A.F.; OLIVEIRA, L.R.; TAVARES, J.A.; PIMENTEL, M.L.; LINS, G.M.L. Comportamento de cultivares de *Vigna unguiculata* (L) Walp., nos sistemas solteiro e consorciado: IV tipo ereto e semi-ereto. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v. 9, p. 95-105, 1996. Edição especial.

MOURA, S.S.S. GONÇALVES, E.P.; VIANA, J.S.; PAIVA, L.G.; MOURA, M.F. Potencial fisiológico de sementes de feijão tratadas com micronutrientes. **Diversitas Journal**, v. 4, n. 3, p.1119-1129, 2019.

MOTERLE, L.M.; SANTOS, R.F.; SCAPIM, C.A.; BRACCINI, A.L.; BONATO, C.M.; CONRADO, T. Efeito do biorregulador na germinação e no vigor de sementes de soja. **Revista Ceres**, v. 58, n. 5, p. 651-660, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2011000500017>

OLIVEIRA, A.P.; ARAÚJO, J.S.; ALVES, E.U.; NORONHA, M.A.S.; CASSIMIRO, C.M.; MENDONÇA, F.G. Rendimento de feijão-caupi cultivado com esterco bovino e adubo mineral. **Horticultura Brasileira**, v. 19, n. 1, p. 81- 84, 2001.

OLIVEIRA, F.A.; MEDEIROS, J.F.; ALVES, R.C.; LIMA, L.A.; SANTOS, S.T.; RÉGIS, L.R.L. Produção de feijão caupi em função da salinidade e regulador de crescimento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.11, p.1049–1056, 2015.

OLIVEIRA, F.A.; MEDEIROS, J.F.; CUNHA, R.C.; SOUZA, M.W.L.; LIMA, L.A. Uso de bioestimulante como agente amenizador do estresse salino na cultura do milho pipoca. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 2, p. 307-315, 2016.

ONO, E.O.; RODRIGUES, J.D.; SANTOS, S.O. (1999). Efeito de fitorreguladores sobre o desenvolvimento de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. Carioca. **Revista Biociências**, v. 5, n. 01, p.7-13, 1999.

RAMOS, A.R.; BINOTTI, F.F.S.; SILVA, T.R.; SILVA, U.R. Bioestimulante no condicionamento fisiológico e tratamento de sementes de feijão. **Revista Biociências**, v. 21, n. 1, p. 76-88, 2015.

RAVEN, P.H.; EVERT, R.F.; EICHHORN, S.E. **Biologia vegetal**. 7a ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan. 856 p, 2007.

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.

SANTINI, J.M.K.; PERIN, A.; SANTOS, C.G.; FERREIRA, A.C.; SALIB, G.C. Viabilidade técnico-econômica do uso de bioestimulantes em sementes de soja. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 9, n. 1, p. 57-62, 2015.

SCHUCH, L.O.B. **Vigor das sementes e aspectos da fisiologia da produção em aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb.)**. 127 p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Curso de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Universidade Federal de Pelotas. 1999.

SILVA, M.P.; SÁ, M.E.; ABRANTES, F.L.; SOUZA, L.C.D. Influência do molibdênio e do cálcio aplicados via semente nas frações protéicas de amendoim cv. IAC 886. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 6, p. 2099-2108, 2012.

SILVEIRA, O.S.; VIEIRA, E.L.; GONÇALVES, C.A.; BARROS, TF. Stimulate® na germinação de sementes, vigor de plântulas, crescimento inicial e produtividade de soja. **Magistra**, v. 23, n. 1-2, p. 67-74, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.M.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. Artmed, 6ª ed. Porto Alegre-RS, 2017. 888p.

VENDRUSCOLO, E.P.; MARTINS, A.P.B.; SELEGUINI, A. Promoção no desenvolvimento de mudas olerícolas com uso de bioestimulante. **Journal of Agronomic Sciences**, v. 5, n. 2, p. 73-82, 2016.

VIEIRA, E.L.; CASTRO, P.R.C. **Ação de Stimulate no desenvolvimento inicial de plantas de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.)**. Piracicaba: USP, Departamento de Ciências Biológicas, 3p. 2002.

VIEIRA, E.L.; MONTEIRO, C.A. Hormônios vegetais. In: CASTRO, P.R.C.; SENA, J.O.A.; KLUGE, R.A. (Ed.). **Introdução à fisiologia do desenvolvimento vegetal**. Maringá: EDUEM, 2002. p. 79-104.

ZABALZA, A.; DONGEN, J.T.V.; FROEHLICH, A.; OLIVER, S.N.; FAIX, B.; GUPTA, K.J.; SCHMÄLZLIN, E.; IGAL, M.; ORCARAY, L.; ROYUELA, M.; GEIGENBERGER, P. Regulation of respiration and fermentation to control the plant internal oxygen concentration. **Plant Physiology**, v. 149, p. 1087-1098, 2008.