

## Tratamento de sementes com bioestimulante e disponibilidade hídrica no desenvolvimento inicial do milho

<sup>1</sup> Hugo Tiago Ribeiro Amaro, <sup>1</sup> Henrique Marlon Ferreira Fernandes, <sup>1</sup> Pedro Manoel Alves de Almeida, <sup>1</sup> Edson Marcos Viana Porto, <sup>2</sup> Andréia Márcia Santos de Souza David

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Montes Claros, *Campus Paracatu*, Rua Cristal, 351, Bairro Amoreiras II, CEP 38608-268, Paracatu, MG, Brasil. E-mails: hugo.amaro@unimontes.br; hmff19@gmail.com; pedroleonfrankfurt@gmail.com; edson.porto@unimontes.br

<sup>2</sup> Universidade Estadual de Montes Claros, *Campus Janaúba*, Avenida Reinaldo Viana, 2630, Bairro Morada do Sol, CEP: 39448-581, Janaúba, MG, Brasil. E-mail: andrea.david@unimontes.br

**Resumo:** Cultivado por pequenos, médios e grandes produtores em diversificados sistemas de produção, o milho constitui importante cultura do agronegócio brasileiro. Para se obter o máximo potencial produtivo de uma cultura, o uso de sementes de qualidade e a disponibilidade hídrica no solo representam importantes fatores para o sucesso da produção. Objetivou-se com o presente trabalho verificar o efeito do tratamento de sementes com o bioestimulante Stimulate® e a disponibilidade de água no desenvolvimento inicial do milho. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 5, com quatro repetições. O experimento constou da avaliação do tratamento de sementes com o bioestimulante, mais a testemunha (sem tratamento de sementes), associados a cinco volumes de água no substrato (20, 40, 60, 80 e 100% da capacidade de retenção de água). A interação entre o tratamento de sementes e a disponibilidade de água foi significativa para as variáveis emergência e comprimento de plântulas. O tratamento de sementes com o bioestimulante foi superior à testemunha, indicando que o bioestimulante utilizado atua de forma positiva na emergência de plântulas de milho, mesmo em condição de restrição hídrica. Conclui-se que o tratamento de sementes com o Stimulate® aumenta a tolerância do milho à restrição hídrica durante o desenvolvimento inicial. O volume de água próximo a 90% da disponibilidade de água no substrato proporciona melhor desenvolvimento inicial de plântulas de milho.

**Palavras chave:** *Zea mays* L., Regulador de crescimento, Restrição hídrica.

### Seed treatment with biostimulant and water availability in early maize development

**Abstract:** Cultivated by small, medium and large producers in diverse production systems, corn is an important crop in Brazilian agribusiness. To obtain the maximum productive potential of a crop, the use of quality seeds and water availability in the soil represent important factors for successful production. The objective of this work was to verify the effect of seed treatment with the biostimulant Stimulate® and the availability of water on the initial development of maize. The design used was completely randomized, in a 2 x 5 factorial scheme, with four replications. The experiment consisted of evaluating the treatment of seeds with the biostimulant, plus the control (without seed treatment), associated with five volumes of water in the substrate (20, 40, 60, 80 and 100% of the water retention capacity). The interaction between seed treatment and water availability was significant for emergence and seedling length. Seed treatment with the biostimulant was superior to the control, indicating that the biostimulant used acts positively on the emergence of corn seedlings, even under conditions of water restriction. It is concluded that seed treatment with Stimulate® increases maize tolerance to water restriction during initial development. The water volume close to 90% of the water availability in the substrate provides better initial development of corn seedlings.

**Keywords:** *Zea mays* L., Growth regulator, Water restriction.

## Introdução

O milho (*Zea mays* L.) representa um dos principais cereais cultivados em todo o mundo, fornecendo produtos largamente utilizados para a alimentação humana, animal e matéria-prima para indústria, principalmente em função da quantidade e da natureza das reservas energéticas acumuladas nos grãos (Weiland, 2006 & Schittenhelm, 2008), fornecendo matéria-prima para diversas cadeias produtivas do agronegócio.

No estabelecimento da lavoura, a qualidade da semente caracteriza-se como fator primordial. Sementes de baixa qualidade, com germinação e vigor reduzidos, originam lavouras com população inadequada de plantas, implicando em instabilidade e prejuízo econômico para o produtor (Krzyzanowski et al., 1993). O uso de sementes de baixa qualidade pelo agricultor, invariavelmente impede o estabelecimento de adequada população de plantas e exige a realização de outra semeadura.

Vários fatores afetam o desempenho das culturas em condições de campo, tais como o clima, tipos de solo, adubações equilibradas, o manejo da cultura, a disponibilidade adequada de água no solo, a qualidade das sementes utilizadas para semeadura e, recentemente, o uso de produtos para a incorporação de aditivos às sementes. Alguns autores ressaltam que cultivos tecnológicos como o milho, a soja e o algodão, absorvem enormemente inovações no sistema produtivo, mas deve-se atentar para os reais ganhos com a incorporação desses produtos às sementes, que são o principal insumo da agricultura moderna, pois são responsáveis por todo o potencial genético e produtivo que garantem o sucesso do empreendimento agrícola (Ferreira et al., 2007).

Os reguladores de crescimento vegetal têm despertado atenção cada vez maior na agricultura, à medida que as técnicas de cultivo evoluem. 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). Os

bioestimulantes, que são substâncias sintéticas, constituídas por misturas de um ou mais biorreguladores com outros compostos quimicamente diferentes, como os sais minerais, provocam alterações nos processos vitais e estruturais da planta. Esses produtos agem na degradação de substâncias de reserva das sementes, na diferenciação, divisão e alongamento celulares (Castro & Vieira, 2001).

Em adição, destaca-se que, no ambiente de produção, a água representa um dos mais importantes elementos de seleção do tipo de vegetação que se desenvolve numa região. Dessa forma, a necessidade de adequado suprimento hídrico para o pleno desenvolvimento dos vegetais decorre das múltiplas funções que ela desempenha na fisiologia das plantas, uma vez que praticamente todos os processos metabólicos são por ela influenciados (Fancelli, 2015).

O milho pode ser cultivado ao longo de todo o ano, desde que em condições físicas e climáticas apropriadas ao seu desenvolvimento. A cultura apresenta alta variabilidade no rendimento como consequência da deficiência hídrica, causada pela instabilidade no regime de chuvas. Além disso, mesmo em anos em que o clima é favorável ao cultivo, a ocorrência de deficiência hídrica no período crítico, que vai da pré-floração ao início de enchimento de grãos, causa decréscimo no rendimento (Souza et al., 2015).

Diante destas considerações, para se obter o máximo desempenho das sementes e estabelecimento de plântulas, a disponibilidade hídrica adequada representa importante fator para o sucesso na estabelecimento das plantas. Dada a importância da água, torna-se imprescindível estudos que compreendam as respostas fisiológicas das plantas em função da variação de disponibilidade hídrica (Chavarria et al., 2015), associados ao uso de tecnologias como o tratamento de sementes, cujos efeitos podem auxiliar os genótipos a expressarem desempenho satisfatório também sob condições adversas, como em situações de restrição hídrica.

Objetivou-se com o presente trabalho verificar o efeito do tratamento de sementes com bioestimulante, associado à disponibilidade de água no solo, no desenvolvimento inicial de plântulas de milho.

## 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 milho, cultivar BRS Gorutuba (variedade de polinização aberta, safra 2021).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 5, com quatro repetições, sendo sementes tratadas com bioestimulante e a testemunha (sem tratamento de sementes) e cinco níveis de disponibilidade de água no solo (20; 40; 60; 80 e 100% da capacidade de retenção de água pelo solo).

As sementes foram tratadas com o Stimulate®, o qual é constituído de ácido indol butírico (auxina – 0,005%), cinetina (citocinina – 0,009%) e ácido giberélico (giberelina – GA3 – 0,005%) (Castro, Pacheco & Medina, 1998). A dose aplicada foi de 1500 mL 100 kg<sup>-1</sup> de sementes, onde o contato das sementes com a solução contendo o produto aconteceu minutos antes da semeadura.

O bioestimulante foi aplicado nas sementes acondicionadas em sacos plásticos com capacidade de 2,0 kg. Após a aplicação do produto 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.

Após o tratamento, as sementes foram submetidas aos seguintes testes e/ou determinações: Emergência de plântulas, tempo médio de emergência de plântulas e comprimento de plântulas.

Emergência de plântulas: foi conduzido sob condições ambientais de laboratório (Temperatura média  $\pm$  25 °C; umidade relativa do ar  $\pm$  65%), utilizando-se quatro repetições de 50 sementes por tratamento. As sementes foram semeadas a dois cm de profundidade, em bandejas utilizando como substrato areia lavada. O substrato foi umedecido observando os volumes de água definidos (20, 40, 60, 80 e 100% da capacidade de retenção de água pela areia), seguindo a metodologia contida nas Regras para Análise de Sementes - RAS (Brasil, 2009). Para a manutenção dos volumes de água estabelecidos, pesavam-se diariamente as parcelas

experimentais com posterior umedecimento do substrato até a reposição do volume de água definido para cada tratamento. Os resultados de emergência de plântulas foram obtidos pelo número de plântulas normais emergidas, determinado por ocasião do sétimo dia após a montagem do experimento, expressos em porcentagem.

Tempo médio de emergência de plântulas: 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 sétimo dia após a instalação do experimento. O tempo médio de emergência foi calculado de acordo com a metodologia proposta por Edmond e Drapala (1958), com resultados expressos em dias.

Comprimento de plântulas: no final do teste de emergência, as plântulas normais foram cortadas em suas bases com o auxílio de tesouras e medidas com o uso de réguas graduadas, sendo os resultados expressos em comprimento médio de plântulas (cm).

Os dados foram submetidos à análise de variância. Quando significativos, os efeitos do tratamento de sementes foram avaliados pelo Teste F, a 5% de probabilidade; enquanto os volumes de água no solo (disponibilidade de água no solo) foram avaliados por análise de regressão.

## Resultados e discussão

A análise de variância revelou que a interação entre o tratamento de sementes e a disponibilidade de água foi significativa para as variáveis emergência e comprimento de plântulas. Para o tempo médio de emergência de plântulas, os fatores avaliados foram estudados de maneira isolada.

Estudando o efeito do tratamento de sementes na emergência de plântulas, dentro de cada volume de água, verifica-se que houve diferença significativa entre os tratamentos quando o solo apresentava 20 e 60% da disponibilidade de água (Tabela 1). Nessas condições hídricas, o tratamento de sementes com o bioestimulante foi superior à testemunha, indicando que o bioestimulante utilizado atuou de forma positiva na emergência de plântulas de milho, mesmo em condição de restrição hídrica.

**Tabela 1** - Médias para emergência de plântulas (%) de milho em função do tratamento de sementes e disponibilidade hídrica (% da capacidade de retenção).

Tratamentos	Disponibilidade de água no substrato (%)				
	20	40	60	80	100
Testemunha	10,50 B	32,50 A	64,50 B	69,00 A	74,00 A
Bioestimulante	28,50 A	34,00 A	86,00 A	75,00 A	79,00 A
Média	19,50	33,25	72,25	72,00	76,50
C. V (%)	16,23				

Médias seguidas por mesma letra, nas colunas, não diferem pelo Teste F a 5% de probabilidade.

O Stimulate® é um regulador de crescimento vegetal, apresentando em sua constituição o ácido indolbutírico (auxina), cinetina (citocinina) ácido giberélico (giberelina), sendo eles biorreguladores de crescimento vegetal, que atuam como mediadores de processo fisiológicos, acredita-se que este biorregulador pode em função de sua composição, concentração e proporção das substâncias, incrementar o crescimento e desenvolvimento vegetal estimulando a divisão celular, podendo também aumentar a absorção de água e nutrientes pelas plantas (Vieira & Castro, 2004), potencializando as plantas efeitos positivos na atenuação da restrição hídrica.

Estudos verificando a influência de formulações químicas como agentes atenuadores de déficit hídrico têm apresentado resultados promissores na agricultura. Gomes et al. (2018) concluíram que a aplicação de ácido salicílico atenuou os efeitos do estresse hídrico em plantas de milho. Em sementes de pitaya (*Hylocereus* spp), Carvalho et al. (2023) observaram que o ácido giberélico proporcionou melhor desempenho fisiológico das sementes em condições de déficit hídrico. Entretanto ainda há carência de estudos avaliando o uso de bioestimulantes na mitigação do estresse hídrico nas diversas culturas de interesse agrícola, como o milho.

De todos os estresses bióticos e abióticos a que as plantas estão sujeitas, a falta de água é considerada o fator mais limitante para a sustentabilidade da agricultura. Segundo Pimentel et al. (2016), o déficit hídrico é uma situação comum à produção de muitas culturas no mundo todo, fenômeno que está associado a fatores como ocorrência e distribuição das chuvas, demanda evaporativa e capacidade de armazenar água do solo.

O crescimento e o desenvolvimento de organismos multicelulares, em especial dos vegetais, requerem a integração de uma variedade de sinais ambientais e endógenos que, juntamente com o material genético intrínseco, determinam a forma de crescimento de uma planta. O eixo central para este processo de crescimento são os hormônios vegetais ou fitormônios. Apesar de décadas de estudo, apenas recentemente vários receptores desses hormônios foram identificados e revelaram novos mecanismos para perceber sinais químicos, fornecendo informações mais claras do controle hormonal no crescimento e desenvolvimento (Spartz & Gray, 2008).

Em relação aos efeitos dos volumes de água no solo, os resultados de emergência de plântulas se ajustaram a modelos de comportamento quadrático (Figura 1).

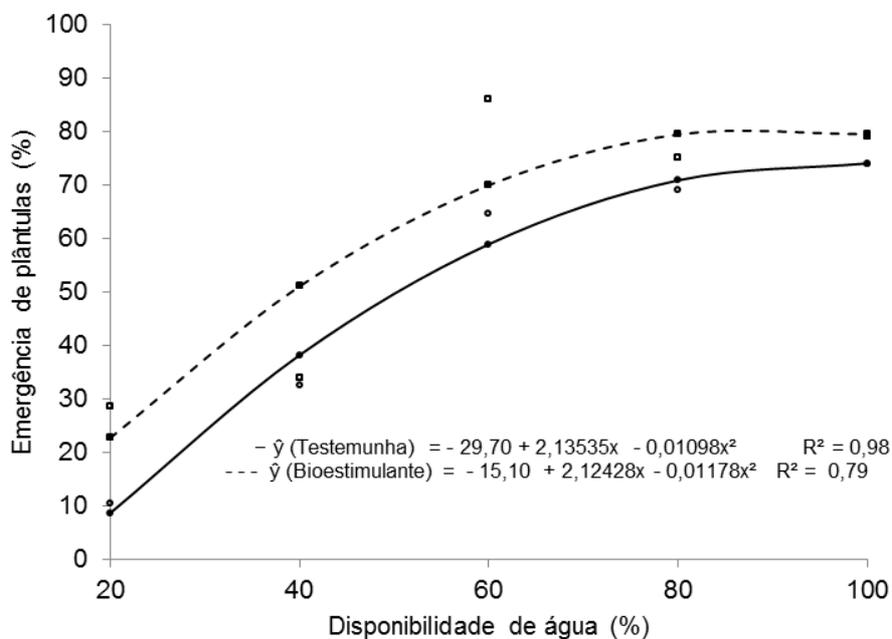
O tratamento das sementes com o bioestimulante proporcionou o melhor resultado. Observa-se que à medida que se aumenta a disponibilidade de água no substrato utilizado, houve incremento na emergência de plântulas, atingindo a máxima porcentagem de plântulas emersas (80,66%) quando o substrato continha 90% de disponibilidade de água. Para as sementes que não foram tratadas, o melhor resultado de emergência de plântulas (74%) foi obtido quando o solo continha 97% de água disponível. Verificou-se também que a emergência de plântulas obtida no valor mínimo de água no substrato (20%) nas duas situações avaliadas (bioestimulante e testemunha) foi de 22,6 e 8,6%, respectivamente (Figura 1).

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. O suprimento de água às plantas é determinado por sua própria capacidade de utilizar

a água armazenada no solo, enquanto ocorrem perdas para a atmosfera.

**Figura 1** - Emergência de plântulas (%) de milho em função do tratamento de sementes e disponibilidade hídrica (% da capacidade de retenção).



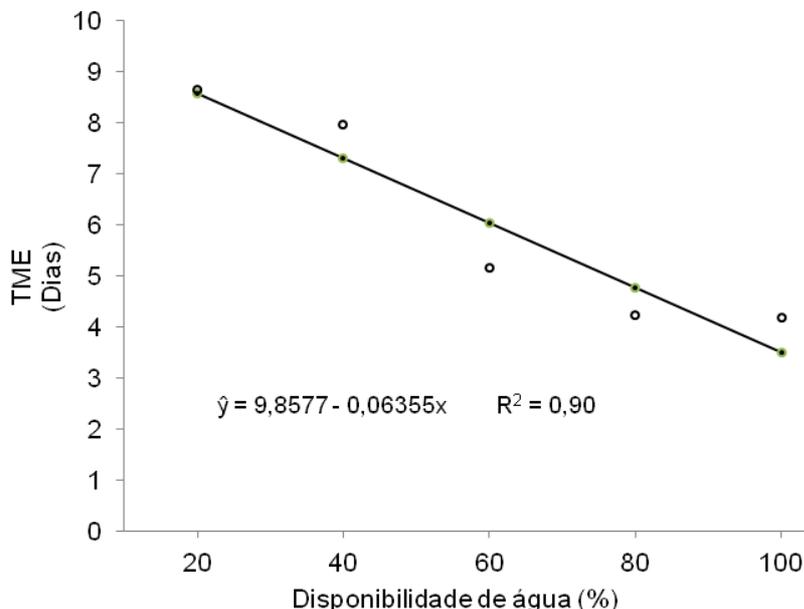
Ainda nessa perspectiva, o uso de bioestimulante pode ser uma alternativa para auxiliar as plantas na superação de estresses abióticos, uma vez que atuam como incremento hormonal e nutricional. A aplicação de reguladores de crescimento nos estádios iniciais de desenvolvimento da plântula, assim como 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).

Avaliando o tempo médio de emergência de plântulas, o tratamento de sementes com o bioestimulante proporcionou emergência mais rápida e uniforme em relação à testemunha, cujos valores obtidos foram 5,81 e 6,30 dias, respectivamente. A redução do tempo médio de emergência de plântulas é um dos pontos mais

importantes para o sucesso da sementeira e estabelecimento das plântulas, uma vez que germinação e emergência lentas deixam as plântulas mais susceptíveis ao ataque de pragas e doenças, à competição com plantas daninhas e aos diversos estresses ambientais possíveis de ocorrer nas áreas de produção, como o déficit hídrico.

Em relação aos efeitos dos volumes de água no substrato, os resultados do tempo médio de emergência de plântulas se ajustaram ao modelo de comportamento linear (Figura 2). Houve redução nas médias à medida que aumentou a disponibilidade de água no solo, cujo melhor resultado estimado (3,5 dias) foi obtido quando o solo continha 100% de disponibilidade de água, indicando a importância de níveis adequados de água para o bom desempenho fisiológico das sementes (Figura 2).

**Figura 2** - Tempo médio de emergência (TME) de plântulas de milho em função da disponibilidade hídrica (% da capacidade de retenção).



Estudando o efeito do tratamento de sementes dentro de cada volume de água, para o comprimento de plântulas, verificou-se que o tratamento de sementes com o bioestimulante apresentou resultados superiores em relação à

testemunha quando o solo apresentava 20, 40, 60 e 80% da disponibilidade de água. Os resultados indicam que o bioestimulante utilizado atuou de forma positiva no crescimento das plântulas de milho (Tabela 2).

**Tabela 2** - Médias para o comprimento de plântulas (cm) de milho em função do tratamento de sementes e disponibilidade hídrica (% da capacidade de retenção).

Tratamentos	Disponibilidade de água no solo (%)				
	20	40	60	80	100
Testemunha	1,72 B	2,38 B	5,11 B	6,28 B	6,86 A
Bioestimulante	2,41 A	3,58 A	6,69 A	7,40 A	7,08 A
Média	2,06	2,98	5,90	6,84	6,97
C. V (%)	11,06				

Médias seguidas por mesma letra, nas colunas, não diferem pelo Teste F a 5% de probabilidade.

Alguns autores relatam melhorias da resistência das plantas ao estresse hídrico, quando estas submetidas à aplicação de produtos a base de biorreguladores, uma vez que os níveis das atividades de enzimas envolvidas no processo germinativo, de maneira geral, aumentam com o uso de bioestimulantes (Zhang & Ervin, 2004). Quanto ao uso dos bioestimulantes nas culturas, 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. Os bioestimulantes são complexos que promovem o equilíbrio hormonal das plantas, favorecendo a expressão do seu potencial genético, estimulando o desenvolvimento do sistema radicular (Ono et al., 1999).

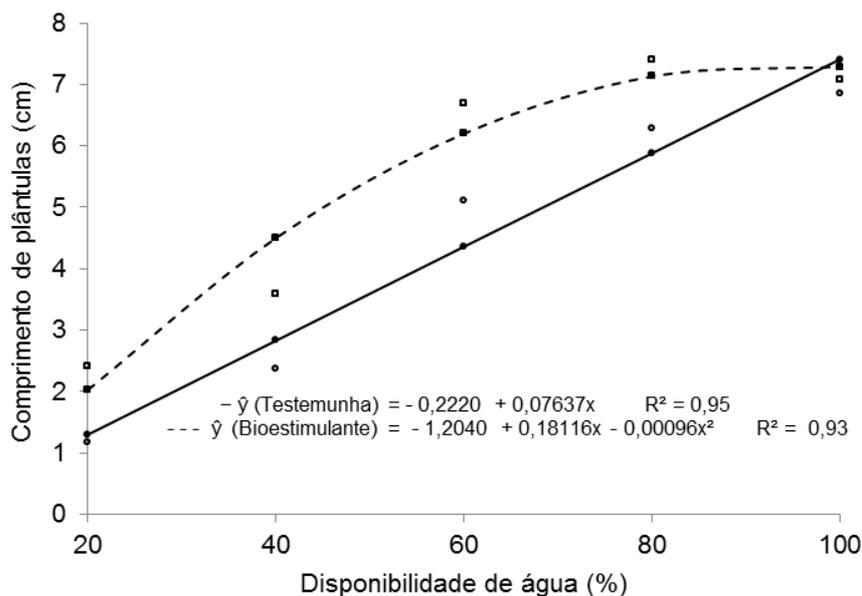
O bioestimulante pode ser utilizado tanto no tratamento de sementes como no sulco de semeadura e/ou em pulverizações foliares. Na cultura do algodão, Albrecht et al. (2009) observaram aumento na massa média do capulho e na produtividade de algodão em caroço com o uso do mesmo bioestimulante tanto via tratamento de semente quanto via foliar. Os resultados indicam que o fornecimento desses produtos via tratamento de sementes é uma alternativa viável, proporcionando significativas contribuições para o agricultor. Santos et al. (2013) observaram, na cultura do milho, que o uso de bioestimulantes resultou em efeitos positivos para a maioria das características fisiológicas da planta e aumentou a massa seca das raízes. Oliveira et al. (2016)

verificaram que o tratamento de sementes de milho pipoca com bioestimulante com doses variando de 10 a 15 mL kg<sup>-1</sup> de sementes estimulou o crescimento das plantas mesmo sob estresse salino, mas não inibiu o efeito da salinidade.

É importante destacar que alguns cuidados devem ser observados no tratamento de sementes com bioestimulantes. 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 a necessidade de pesquisas que avaliem os reais efeitos dos produtos sobre o desempenho das plantas em diversas condições ambientais.

Em relação ao comprimento de plântulas, os efeitos dos volumes de água no substrato se ajustaram a modelos de comportamento linear e quadrático (testemunha e o bioestimulante, respectivamente). Sementes tratadas com o bioestimulante originaram plântulas maiores, cujo comprimento máximo estimado foi de 7,34 cm quando o solo continha aproximadamente 94% de disponibilidade de água (Figura 3).

**Figura 3** - Comprimento de plântulas (cm) de milho em função do tratamento de sementes e disponibilidade hídrica (% da capacidade de retenção).



À medida que se aumentava a disponibilidade de água no substrato, houve incremento nas médias obtidas, atingindo o comprimento máximo de plântulas (7,34 cm) quando o substrato continha 94,35% de disponibilidade de água. Maior comprimento de plântulas oriundas de sementes tratadas pode ter sido influenciado pela aplicação do bioestimulante, em associação com o volume adequado de água disponível às plântulas. Os hormônios presentes na composição do bioestimulante (auxina, giberelina e citocinina) participam de vários processos fisiológicos vegetais, como divisão e alongamento celular, o que proporciona incremento no crescimento e no desenvolvimento vegetal.

O uso de produtos bioestimulantes tem revelado efeitos positivos no estabelecimento e desenvolvimento de várias culturas de interesse agrícola, como os observados por Albrecht et al. (2012) na soja e Oliveira et al. (2020) em trigo. Em adição, a avaliação dos efeitos da aplicação de bioestimulantes no milho, associada a outras práticas de manejo é importante, uma vez que potencializará a identificação das melhores respostas no estabelecimento, desenvolvimento e produtividade da cultura.

### Conclusão

Conclui-se que o tratamento de sementes com o Stimulate® aumenta a tolerância do milho à restrição hídrica durante o desenvolvimento inicial.

O volume de água próximo a 90% da disponibilidade de água no substrato proporciona melhor desenvolvimento inicial de plântulas de milho.

### Agradecimentos

À Universidade Estadual de Montes Claros [UNIMONTES], pelo apoio técnico e pela concessão de bolsas BIC/UNI e BIC/CAMPI aos segundo e terceiro autores do trabalho.

### Referências

Albrecht, L. P., et al. (2009). Aplicação de biorregulador na produtividade do algodoeiro e qualidade de fibra. *Scientia Agraria*, 10 (3), 191-198. Doi: <http://dx.doi.org/10.5380/rsa.v10i3.14474>.

Albrecht; L. A., et al. (2012). Biorregulador na composição química e na produtividade de grãos de soja. *Revista Ciência Agronômica*, 43 (4), 774-782. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1806-66902012000400020>

Brasil. (2009). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. *Regras para análise de sementes* (395p.). Brasília: MAPA/ACS.

Buchanan, B.B., Gruissem, W., & Jones, R.L. (Ed.) (2000). *Biochemistry & molecular biology of plants* (1367p). Rockville: American Society of Plant Physiologists.

Carvalho, N.M., & Nakagawa, J. (2012). *Sementes: ciência, tecnologia e produção* (5 ed., 590p). Jaboticabal: FUNEP.

Carvalho, S.M.C., et al. (2023). Pre-germination treatments in pitaya (*Hylocereus* spp.) seeds for water stress mitigation. *Revista Caatinga*, 36 (1), 80 – 86. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252023v36n109rc>

Castro, P.R.C., Pacheco, A.C., & Medina, C.L. (1998). Efeitos de Stimulate e de micro-citros no desenvolvimento vegetativo e na produtividade da laranja 'pêra' (*Citrus sinensis* L. Osbeck). *Scientia Agrícola*, (55), 338-341. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-90161998000200026>

Castro, P.R.C., & Vieira, E.L. (2001). *Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical* (132p). Guaíba: Agropecuária.

Chavarria, G., et al. (2015). Restrição fotossintética de plantas de soja sob variação de disponibilidade hídrica. *Ciência Rural*, 45 (8), 1387-1393. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20140705>

Edmond, J.B., & Drapala, W.L. (1958). The effects of temperature, sand and soil, and acetone on germination of okra seeds. *Proceedings of*

*American Society of Horticultural Science*, 71 (2), 428-434.

Fancelli, A.L. (2015). Ecofisiologia, fenologia e implicações básicas de manejo. In: Galvão, J. C. C., Borém, A., & Pimentel, M.A. (Ed). *Milho: do plantio à colheita* (pp 50-75). Viçosa: Ed. UFV.

Ferreira, L.A., et al. (2007). Bioestimulante e fertilizante associados ao tratamento de sementes de milho. *Revista Brasileira de Sementes*, 29 (2), 80-89. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222007000200011>

Gomes, C.A., et al. (2018). Aplicação de ácido salicílico como atenuador dos efeitos de déficit hídrico no milho. *The Journal of Engineering and Exact Sciences*, 4(3), 0359–0363. DOI: <https://doi.org/10.18540/jcecv4iss3pp0359-0363>

Krzyzanowski, F.C., Gilioli, J.L., & Miranda, L.C. (1993). Produção de sementes no cerrado. In: Arantes, N.E., & Souza, P.I.M. (Ed). *Cultura da soja nos cerrados* (pp. 465-522). Piracicaba: POTAFOS.

Lana, A.M.Q., et al. (2009). Aplicação de reguladores de crescimento na cultura do feijoeiro. *Bioscience Journal*, 25 (1), 13-20. Recuperado em 10 agosto 2022 de <https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/6699>.

Moterle, L.M., et al. (2011). Efeito do biorregulador na germinação e no vigor de sementes de soja. *Revista Ceres*, 58 (5), 651-660. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2011000500017>

Oliveira, S., et al. (2016). Tratamento de sementes de arroz com silício e qualidade fisiológica das sementes. *Revista de Ciências Agrárias*, 39 (2), 202-209. DOI: <https://doi.org/10.19084/RCA15083>

Oliveira, S., et al. (2020). Uso de biorregulador e seus reflexos na produção e na qualidade de sementes de trigo. *Scientia Plena*, 16, 011501. DOI: <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2020.011501>

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*, 5 (01), 7-13.

Pimentel, R.M., et al. (2016). Ecofisiologia de plantas forrageiras. *Revista PUBVET*, 10 (9), 666-679. DOI: <https://doi.org/10.22256/pubvet.v10n9.666-679>

Raven, P.H., Evert, R.F., & Eichhorn, S.E. (2007). *Biologia vegetal* (7 ed., 856p). Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.

Santos, V.M., et al. (2013). Uso de bioestimulantes no crescimento de plantas de *Zea mays* L. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 12 (3), 307-318.

Schittenhelm, S. (2008). Chemical composition and methane yield of maize hybrids with contrasting maturity. *European Journal Agronomy*, 29 (2), 72–79. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eja.2008.04.001>

Souza, L. C., et al. (2015). Comportamento bioquímico no milho submetido ao déficit hídrico e a diferentes concentrações de silício. *Revista Agrarian*, 8 (29), 260-267. Recuperado em 10 agosto 2022 de <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/2732/2671>.

Spartz, A.K., & Gray, W.M. (2008). Plant hormone receptors: new perceptions. *Genes & Development*, 22 (16), 2139-2148.

Vieira, E.L., & Castro, P.R.C. (2004). *Ação de bioestimulante na cultura da soja (Glycine max (L.) Merrill)* (47p). Cosmópolis, SP: Stoller do Brasil.

Zhang, X., & Ervin, E. (2004). Cytokinin-containing seaweed and humic acid extracts associated with creeping bentgrass leaf cytokinins and drought resistance. *Crop Science*, 44 (5), 1737-1745. DOI:10.2135/cropsci2004.1737

Weiland, P. (2006). Biomass digestion in agriculture: a successful pathway for the energy production and waste treatment in Germany. *Engineering Life Science*, 6 (3), 302–309. DOI: <https://doi.org/10.1002/elsc.200620128>

Aceito em: 09/03/2023  
Publicado em: 15/03/2023