

## Desenvolvimento inicial de plantas de soja com a aplicação de regulador de crescimento em sementes de baixo e alto vigor

Gabrielle Kalini dos Santos Borges<sup>1</sup>, Diógenes Martins Bardiviesso<sup>1</sup>, Maickon Alexandri Rezende Paulino<sup>1</sup>, Lucila Silva Molina<sup>1</sup>, Alan Mario Zuffo<sup>2</sup>, Jorge González Aguilera<sup>1</sup>, Fábio Steiner<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Curso de Agronomia, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Cassilândia (MS).

<sup>2</sup> Curso de Agronomia, Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Balsas (MA).

\* E-mail: steiner@uems.br

**Resumo:** O uso de regulador de crescimento no tratamento de semente pode melhorar a taxa de germinação e o desenvolvimento das plantas em condições de campo, especialmente quando da utilização de sementes de baixo vigor. Este estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar o efeito da aplicação de regulador de crescimento vegetal à base de giberelina e citocinina no tratamento de sementes para potencializar a emergência e o crescimento inicial das plântulas de soja oriundas de sementes de baixo e alto vigor. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, e os tratamentos foram dispostos no esquema fatorial  $2 \times 5$ , com quatro repetições de 50 sementes. Aos 14 dias após a semeadura foram avaliados a emergência, índice de velocidade de emergência, tempo médio de emergência, comprimento e matéria seca da parte aérea e das raízes de soja. Os resultados evidenciam que a aplicação do regulador de crescimento vegetal à base de giberelina e citocinina proporcionou efeitos positivos para a produção de matéria seca da parte aérea e matéria seca total de plântulas de soja, principalmente para aquelas advindas de sementes de baixo vigor. As doses de regulador de crescimento aplicadas no tratamento das sementes resultaram na inibição do processo de germinação das sementes e na inibição do alongamento do caule e da raiz primária das plântulas de soja. Portanto, o uso do regulador de crescimento vegetal Promalin® nas dosagens variando de 5 a 20 mg L<sup>-1</sup> não deve ser recomendado para o tratamento das sementes de soja.

**Palavras-chave:** *Glycine max* (L.) Merrill.; Giberelina; Citocinina.

## Initial development of soybean plants with the application of growth regulator in low and high vigor seeds

**Abstract:** The use of growth regulator in seed treatment can improve the germination rate and the initial development of plants under field conditions, especially when using low vigor seeds. This study was conducted with the aim of evaluating the effect of using plant growth regulator doses based on gibberellin and cytokinin in seed treatment to enhance the emergence and initial growth of soybean seedlings from low and high vigor seeds. The experimental design used was completely randomized, and the treatments were arranged in a  $2 \times 5$  factorial scheme, with four replications of 50 seeds. At 14 days after sowing, the percentage of emergence, emergence speed index, mean emergence time, length and dry matter of shoots and roots of soybean seedlings were evaluated. The results showed that the application of the plant growth regulator based on gibberellin and cytokinin provided positive effects for the production of shoot dry matter and total dry matter of soybean seedlings, mainly for those arising from low vigor seeds. The growth regulator doses applied in the seed treatment resulted in the inhibition of the seed germination process and in the inhibition of stem and primary root elongation of soybean seedlings. Therefore, the use of the plant growth regulator Promalin® at dosages ranging from 5 to 20 mg L<sup>-1</sup> should not be recommended for the treatment of soybean seeds.

**Keywords:** *Glycine max* (L.) Merrill.; Gibberillin; Cytokinin.

## Introdução

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill.] é uma das culturas leguminosas de maior importância socioeconômica para o Brasil, especialmente devido ao seu elevado teor de proteínas e de óleos nos grãos (SEDIYAMA *et al.*, 2015). O Brasil é atualmente o maior produtor e exportador de soja do mundo, sendo que na safra 2021/2022 a cultura ocupou uma área de 41,0 milhões de hectares, com produção total em torno de 124,3 milhões de toneladas, o que representou rendimento médio de grãos de 3.032 kg ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2022).

Apesar desse cenário favorável para o cultivo de soja no Brasil, o adequado desenvolvimento das plantas e a obtenção de altos níveis de produtividade da cultura são dependentes do uso de sementes de alta qualidade. Scheeren *et al.* (2010) verificaram que o uso de sementes de baixo vigor resultou na menor produtividade de grãos da cultura, especialmente porque o baixo vigor das sementes proporcionou menor velocidade de emergência e desuniformidade no estabelecimento do estande de plantas no campo, além de produzir plantas de menor tamanho e menor conteúdo de matéria seca.

De acordo com França-Neto *et al.* (2016), o uso de sementes de alta qualidade fisiológica, originam plântulas com maior vigor e com maior potencial de crescimento inicial em condições de campo. Além disso, o uso de sementes de alta qualidade fisiológica permite que o cultivar de soja expresse o seu máximo potencial genético e possua excelente adaptação aos diversos sistemas de produção e tecnologias utilizadas no Brasil, proporcionando nestas condições a máxima produtividade de grãos da cultura (SCHEEREN *et al.*, 2010; FRANÇA-NETO *et al.*, 2016).

Uma alternativa que pode ser utilizada para melhorar o desenvolvimento inicial das plântulas oriundas de sementes de baixo vigor seria a utilização de bioestimulantes ou de reguladores de crescimento a base de hormônios vegetais. Os reguladores de crescimento vegetal quando aplicados nos estádios iniciais de desenvolvimento das plântulas, ou no tratamento de sementes, atuam no incremento do metabolismo hormonal das plantas, o que pode estimular a germinação das sementes e o crescimento inicial das plantas devido ao estímulo do alongamento e da divisão celular e a maior capacidade de absorção de água e nutrientes (CUNHA *et al.*, 2016). No entanto, os efeitos benéficos do uso destes produtos na melhoria do crescimento inicial das plantas dependem da sua composição, concentração e da proporção das substâncias hormonais presentes na sua formulação comercializada. Portanto, as respostas das culturas à utilização de reguladores de crescimento têm sido contraditórias e

são dependentes da cultura, do produto utilizado, do ambiente de cultivo e das práticas agronômicas utilizadas (CASTRO; VIEIRA, 2001).

A aplicação de reguladores de crescimento à base de hormônios vegetais pode ser utilizada para estimular a germinação das sementes e acelerar o crescimento inicial das plantas, especialmente em condições ambientais adversas (CARVALHO *et al.*, 2013; SANTOS *et al.*, 2017). As giberelinas atuam durante todo o ciclo de desenvolvimento das plantas, desde a germinação até o enchimento das sementes e maturação. Nas fases iniciais de desenvolvimento das plantas, as giberelinas possuem efeito estimulador expressivo no processo de germinação e de emergência das plântulas, quando aplicadas sobre as sementes (TAIZ *et al.*, 2017).

As sementes necessitam de giberelinas para uma série de eventos que ocorrem durante o processo de germinação, tais como a ativação do crescimento vegetativo do embrião, mobilização das reservas do endosperma e no enfraquecimento da camada de endosperma que circunda o embrião, favorecendo desta forma o crescimento do eixo embrionário (RODRIGUES; LEITE, 2004). Por sua vez, a citocinina sintética 6-benziladenina (6-BA) acelera a divisão, a expansão e a diferenciação celular, o que pode acelerar a taxa de crescimento e induzir a formação de raízes (TAIZ *et al.*, 2017).

Diversos reguladores de crescimento têm sido testados no cultivo das culturas agrícolas, como a soja. Bertolin *et al.* (2010) verificaram que a aplicação de regulador de crescimento à base de cinetina, ácido giberélico e ácido indolbutírico resultou no incremento de 37 % na produtividade da cultura da soja quando comparado ao tratamento controle. Melo *et al.* (2021) verificaram que o uso de regulador de crescimento à base de extratos de algas no tratamento de sementes melhorou o vigor e a velocidade de emergência de plântulas de soja. Oliveira *et al.* (2016) também verificaram que o uso de regulador de crescimento à base de cinetina, ácido giberélico e ácido indolbutírico (Stimulate<sup>®</sup>) nas dosagens de 10 a 15 mL kg<sup>-1</sup> de sementes estimulou o crescimento inicial das plantas de milho pipoca.

No entanto, Carvalho *et al.* (2013) constataram que a aplicação de regulador de crescimento no tratamento de sementes de feijão interferiu negativamente no processo de germinação das sementes e no crescimento inicial das plântulas. Portanto, estes resultados contraditórios indicam que novos estudos devem ser realizados para testar o efeito de outros reguladores de crescimento vegetal que vêm sendo comercializados no Brasil.

Diante do exposto, este estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar o efeito da aplicação de doses de regulador de crescimento vegetal à base de giberelina (GA<sub>4</sub> e GA<sub>7</sub>) e

citocinina (6-BA) no tratamento de sementes sobre a emergência e o crescimento inicial das plântulas de soja [*Glycine max* (L.) Merrill.] oriundas de sementes de baixo e alto vigor.

### **Material e Métodos**

O ensaio foi conduzido no Laboratório de Ecofisiologia Vegetal da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), na Unidade Universitária de Cassilândia – MS ( $19^{\circ}05'30.0''S$   $51^{\circ}48'55.0''W$  e altitude média de 547 m), durante os meses de Maio e Junho de 2022. A temperatura média durante a condução do experimento foi de  $25,1^{\circ}C$ , com temperatura mínima de  $16,8^{\circ}C$  e máxima de  $28,4^{\circ}C$ .

Sementes do cultivar de soja BMX Bônus IPRO foram adquiridas no comércio local do município de Cassilândia, MS. As sementes foram previamente desinfecionadas, por imersão durante 5 minutos, em solução de hipoclorito de sódio, contendo cloro ativo à 1% (v:v). Em seguida, procedeu-se à lavagem em água corrente e, posteriormente, as sementes foram colocadas para secar à sombra, acondicionadas em embalagem de papel Kraft e armazenadas em condições de laboratório por 40 dias até serem utilizadas neste estudo.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, e os tratamentos foram dispostos no esquema fatorial  $2 \times 5$ , com quatro repetições. Os tratamentos foram representados pelo uso de dois níveis de vigor das sementes (sementes de alto e baixo vigor) e pela utilização de cinco doses de regulador de crescimento vegetal (0, 5, 10, 15 e 20 mL p.c. kg<sup>-1</sup> de semente) aplicadas no tratamento de sementes. Cada unidade experimental foi composta por 50 sementes, totalizando 200 sementes por tratamento.

O lote de sementes de alto vigor foi representado pelo uso de sementes com 96 % de viabilidade e 92 % de vigor, ao passo que o lote de sementes de baixo vigor possuía 91 % de viabilidade e 72 % de vigor. Portanto, considerou-se como sementes de alto vigor lotes com valores de porcentagem de germinação acima de 90 % no teste de envelhecimento acelerado, e de baixo vigor lotes com valores de porcentagem de germinação abaixo de 75 % no teste de envelhecimento acelerado como utilizado por Rodrigues *et al.* (2018).

O regulador de crescimento vegetal utilizado neste estudo pertence ao grupo químico das Giberelinas e Citocininas (Promalin® - Sumitomo Chemical Brasil Indústria Química S.A.). Sua composição química é constituída por  $18,8\text{ g L}^{-1}$  de ácido giberélico (GA<sub>4</sub> e GA<sub>7</sub>) e  $18,8\text{ g L}^{-1}$  de 6-Benziladenina (6-BA). Este regulador de crescimento vegetal tem sido recomendado para a cultura da soja para à aplicação foliar a partir do estádio vegetativo V5-

V6 na dosagem de 50 mL ha<sup>-1</sup>. No entanto, neste estudo, testamos a viabilidade da utilização deste produto no tratamento de sementes.

Para a implantação do experimento, quatro subamostras de 50 sementes foram semeadas em bandejas plásticas (42×28×6 cm) contendo areia grossa lavada, na profundidade de 3,0 cm. Após a semeadura, o substrato de germinação (areia) foi umedecido com água destilada até atingir 80 % da capacidade de retenção de água. Em seguida, as bandejas foram mantidas em condições de laboratório por um período de 14 dias.

A emergência das plântulas de soja foi avaliada diariamente, e, com os valores contabilizados, foram calculados o índice de velocidade de emergência (IVE) e o tempo médio de emergência (TME).

O índice de velocidade de emergência foi calculado utilizando-se a Equação 1 proposta por Maguire (1962):

$$\text{IVE} = (P_1/N_1) + (P_2/N_2) + (P_3/N_3) + \dots + (P_N/N_N) \quad [\text{Eq. 1}]$$

sendo que, IVE é o índice de velocidade de emergência (plântulas por dia); P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>, ..., P<sub>N</sub> é o número de plântulas computadas na primeira, segunda, terceira e última contagem; e, N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub>, N<sub>3</sub>, ..., N<sub>N</sub> é o número de dias da semeadura à primeira, segunda, terceira e última contagem.

O tempo médio de emergência foi calculado por meio da Equação 2 como proposto por Labouriau (1983):

$$\text{TME} = \sum (N_i T_i) / \sum N_i \quad [\text{Eq. 2}]$$

sendo que, TME é o tempo médio de emergência (dias); N<sub>i</sub> é o número de plântulas computadas em cada contagem; e, T<sub>i</sub> é o tempo decorrido entre o início da emergência e a i-ésima contagem.

Aos 14 dias após a semeadura, dez plântulas por repetição foram escolhidas aleatoriamente para a determinação do comprimento e do acúmulo de matéria seca da parte aérea e das raízes. O comprimento da parte aérea (CPA) e o comprimento das raízes (CR) foi mensurado com auxílio de uma régua graduada em milímetros. As plântulas foram, então, separadas em parte aérea e raízes, acondicionadas em sacos de papel tipo Kraft e levadas para estufa de circulação forçada de ar à 65 °C por três dias até a obtenção da massa constante. A determinação da matéria seca parte aérea (MSPA) e das raízes (MSR) foi realizada em balança analítica com precisão de 0,0001 g.

Os dados foram previamente testados para verificação das hipóteses estatísticas de homoscedasticidade das variâncias (Teste de Levene;  $p > 0,05$ ) e de normalidade dos resíduos (teste de Shapiro-Wilk;  $p > 0,05$ ) por meio do software estatístico Action Stat Pro® versão 3.6 para Windows (Estatcamp – Consultoria Estatística e Qualidade, Campinas, SP). Em seguida, os dados foram submetidos à análise de variância seguindo o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial  $2 \times 5$ , aplicando-se o teste F de Fisher-Snedecor ao nível de 5 % de probabilidade.

Para as doses de regulador de crescimento vegetal foram utilizadas a análise de regressão polinomial e as equações significativas (teste F,  $p \leq 0,05$ ) com os maiores coeficientes de determinação ( $R^2$ ) foram ajustadas. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software Sisvar® versão 5.6 para Windows (FERREIRA, 2014). Os gráficos foram elaborados por meio do pacote estatístico do Microsoft Office Excel® 2022 (Microsoft Office 365TM).

### Resultados e Discussão

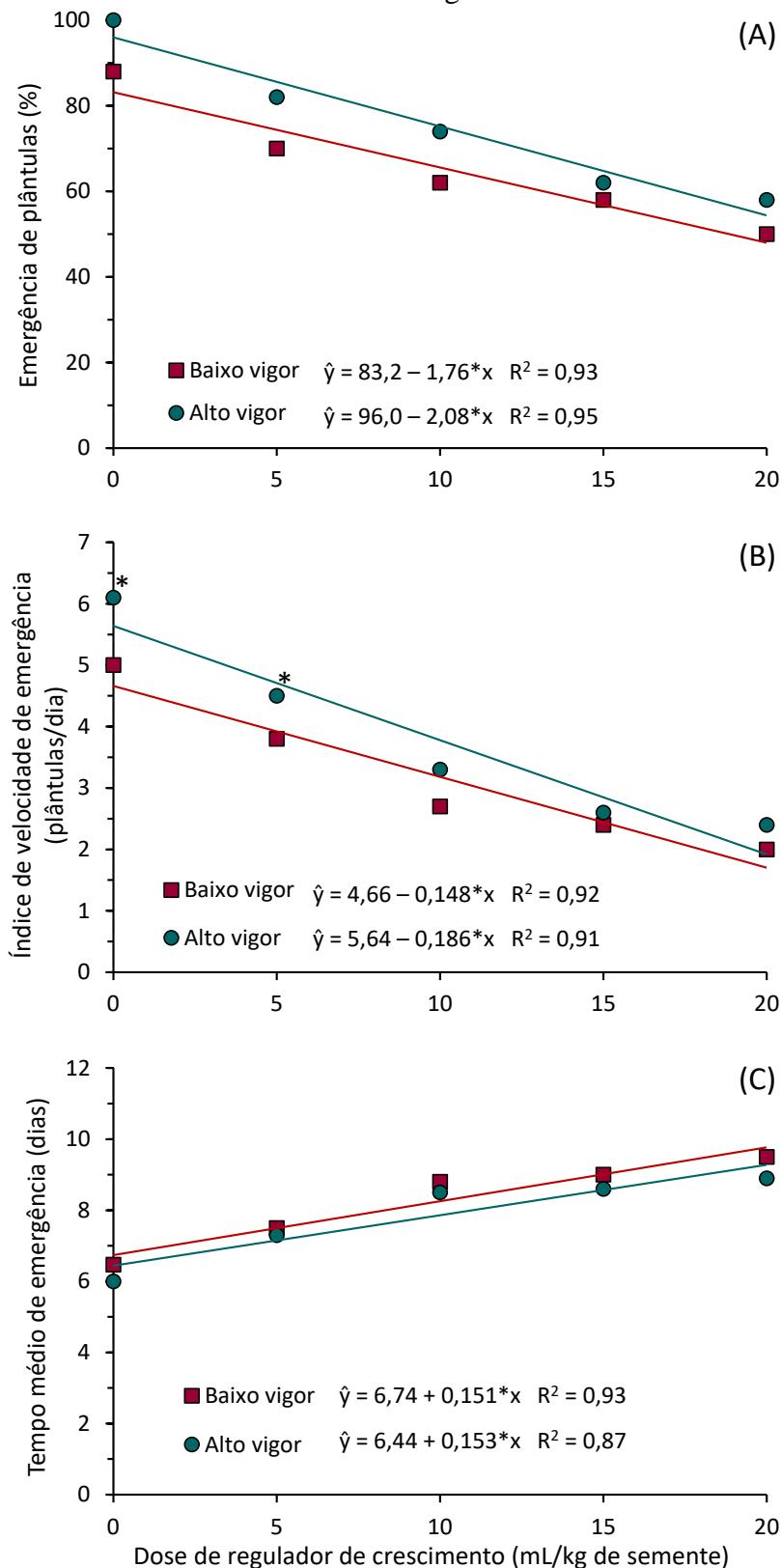
As doses de regulador de crescimento vegetal aplicadas sobre as sementes de soja resultaram no decréscimo da porcentagem de emergência e do índice de velocidade de emergência das plântulas, ao passo que houve acréscimo no tempo médio de emergência com o aumento das doses de regulador de crescimento, independentemente do uso de sementes de baixo ou alto vigor (Figura 1).

Carvalho *et al.* (2013) também verificaram que a aplicação de regulador de crescimento resultou no decréscimo da germinação das sementes de feijão. Avaliando o efeito da aplicação de regulador de crescimento à base de cinetina, ácido giberélico e ácido indolbutírico na germinação de sementes em cultivares de soja, Moterle *et al.* (2011) constataram diferentes respostas entre os cultivares, sendo obtido respostas positivas, respostas negativas e respostas nulas a aplicação do regulador de crescimento. Estes autores justificaram este resultado às diferentes características morfogenéticas dos cultivares e, ou, as taxas de absorção diferenciadas do regulador de crescimento entre os cultivares.

As respostas negativas do uso de regulador de crescimento sobre o processo de germinação das sementes de soja observadas neste estudo pode estar associada ao fato de que a aplicação de altas dosagens de regulador de crescimento à base de hormônios vegetais, tais como as citocininas, pode modular de forma negativa a síntese ou a expressão de algumas enzimas importantes no processo de germinação das sementes, especialmente das enzimas

relacionadas ao alongamento e divisão celular, como reportado por Taiz *et al.* (2017). A inibição do alongamento da parte área e das raízes de soja com a aplicação deste regulador de crescimento à base de giberelina e citocinina pode ser visualizado na Figura 2.

**Figura 1.** Efeito da aplicação de regulador de crescimento vegetal à base de giberelina ( $GA_4$  e  $GA_7$ ) e citocinina (6-BA) no tratamento de sementes sobre a porcentagem de emergência (A), índice de velocidade de emergência (B) e tempo médio de emergência (C) das plântulas de soja (*Glycine max* L., cv. BMX Bônus IPRO) oriundas de sementes de baixo e alto vigor.



**Figura 2.** Plântulas de soja (*Glycine max* L., cv. BMX Bônus IPRO) aos 14 dias após a semeadura tratadas com diferentes doses de regulador de crescimento vegetal à base de giberelina (GA<sub>4</sub> e GA<sub>7</sub>) e citocinina (6-BA).



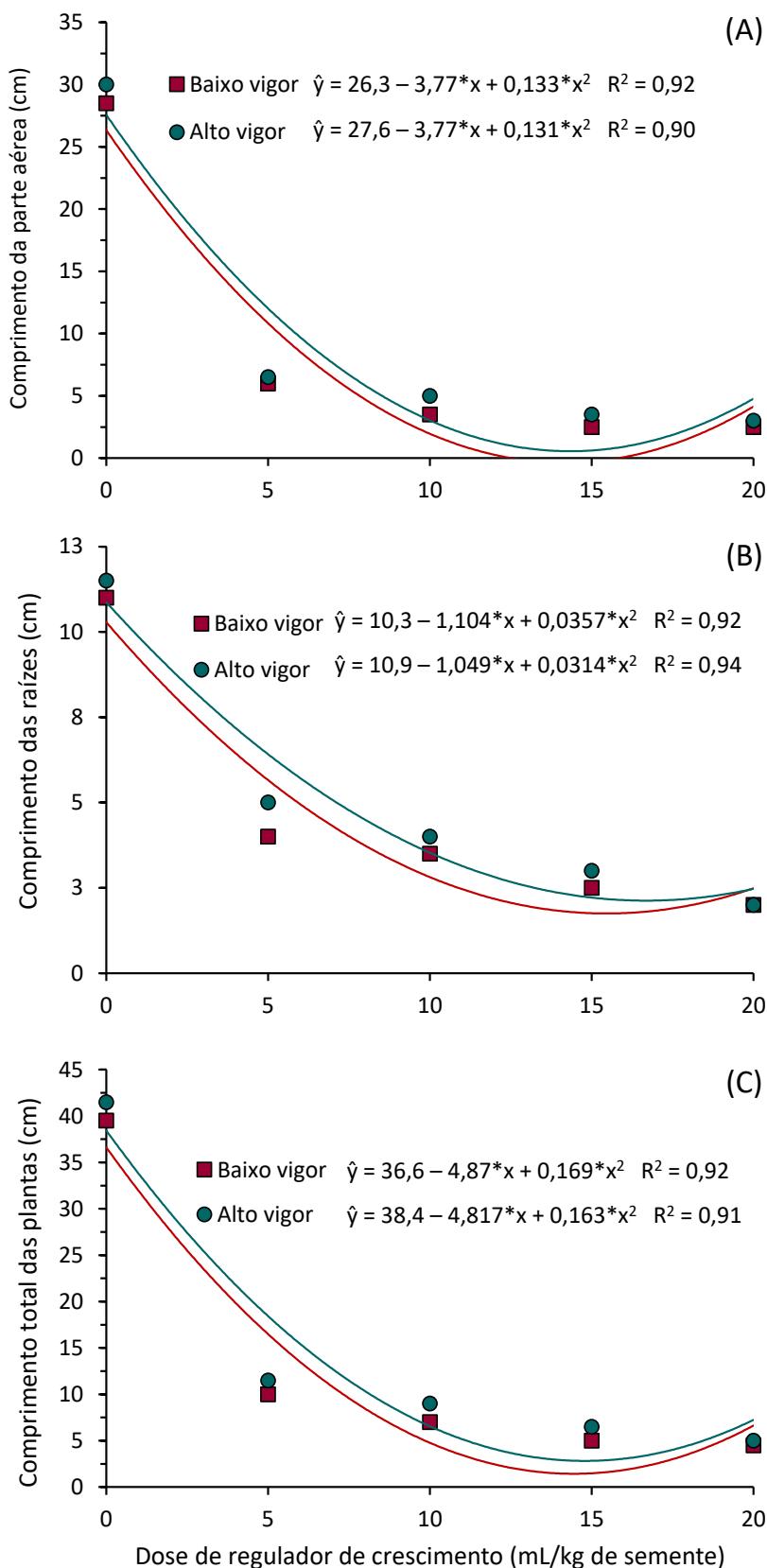
A ilustração mostra que o uso de regulador de crescimento resultou em plântulas de soja com raízes malformadas, com espessamento do hipocótilo e sem a formação das folhas primárias.

As doses de regulador de crescimento aplicadas no tratamento de sementes de baixo e alto vigor resultou em drástica inibição do comprimento da parte aérea e das raízes das plântulas de soja (Figura 3). Estes resultados evidenciam que as doses de regulador de crescimento à base de giberelina (GA<sub>4</sub> e GA<sub>7</sub>) e citocinina (6-BA) causaram efeitos fitotóxicos sobre o crescimento inicial das plântulas de soja. Carvalho *et al.* (2013) também mostraram que a aplicação de regulador de crescimento resultou na inibição do crescimento inicial das plantas de feijão.

Embora as citocininas sejam necessárias para muitos processos de crescimento e desenvolvimento em plantas, tais como a divisão celular, morfogênese da parte aérea e das raízes, expansão das folhas e cotilédones e germinação de sementes (HIROSE *et al.*, 2008; TAIZ *et al.*, 2017), a aplicação de altas concentrações de citocinina tem efeito marcante na inibição do processo de alongamento celular da parte aérea e das raízes (TAIZ *et al.*, 2017). A inibição do alongamento do epicótilo e das raízes induzida pelo excesso de citocinina é devida à produção de etileno desencadeada pela enzima ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico sintase (ACS) (KERBAUY, 2012).

Esses resultados indicam que as alterações na concentração endógena de citocinina podem regular negativamente o alongamento da parte aérea e das raízes, conforme pode ser visualizado nas Figuras 2 e 3. Aragão *et al.* (2001) também mostraram que o tratamento das sementes de milho com 50 ou 100 mg L<sup>-1</sup> de 6-Benzilaminopurina (BAP) resultou na inibição da germinação e do crescimento da parte aérea e das raízes das plantas. No entanto, a aplicações de concentrações ótimas de citocinina demonstrou ter efeitos benéficos na germinação e no crescimento inicial do trigo (IQBAL *et al.*, 2006) e do feijão-guandu (SNEIDERIS *et al.*, 2015).

**Figura 3.** Efeito da aplicação de regulador de crescimento vegetal à base de giberelina ( $GA_4$  e  $GA_7$ ) e citocinina (6-BA) no tratamento de sementes sobre o comprimento da parte aérea (A), comprimento das raízes (B) e comprimento total (C) das plântulas de soja [*Glycine max L.*, cv. BMX Bônus IPRO] oriundas de sementes de baixo e alto vigor.



O aumento das doses do regulador de crescimento proporcionou o incremento da matéria seca da parte aérea e a redução da matéria seca das raízes de plântulas, independentemente do uso de sementes de baixo ou alto vigor (Figura 4). Este aumento da matéria seca da parte aérea com o aumento das doses de regulador de crescimento está relacionado ao fato de os cotilédones constituírem a maior proporção da parte áerea das plântulas de soja. Portanto, como as doses de regulador de crescimento resultaram na inibição e no atraso do processo de germinação das sementes uma menor proporção das reservas das sementes foram oxidadas para a síntese de ATP necessária para o desenvolvimento do eixo embrionário. Por sua vez, a redução da matéria seca das raízes das plântulas de soja deve-se ao fato de o regulador de crescimento ter inibido o desenvolvimento da raiz primária.

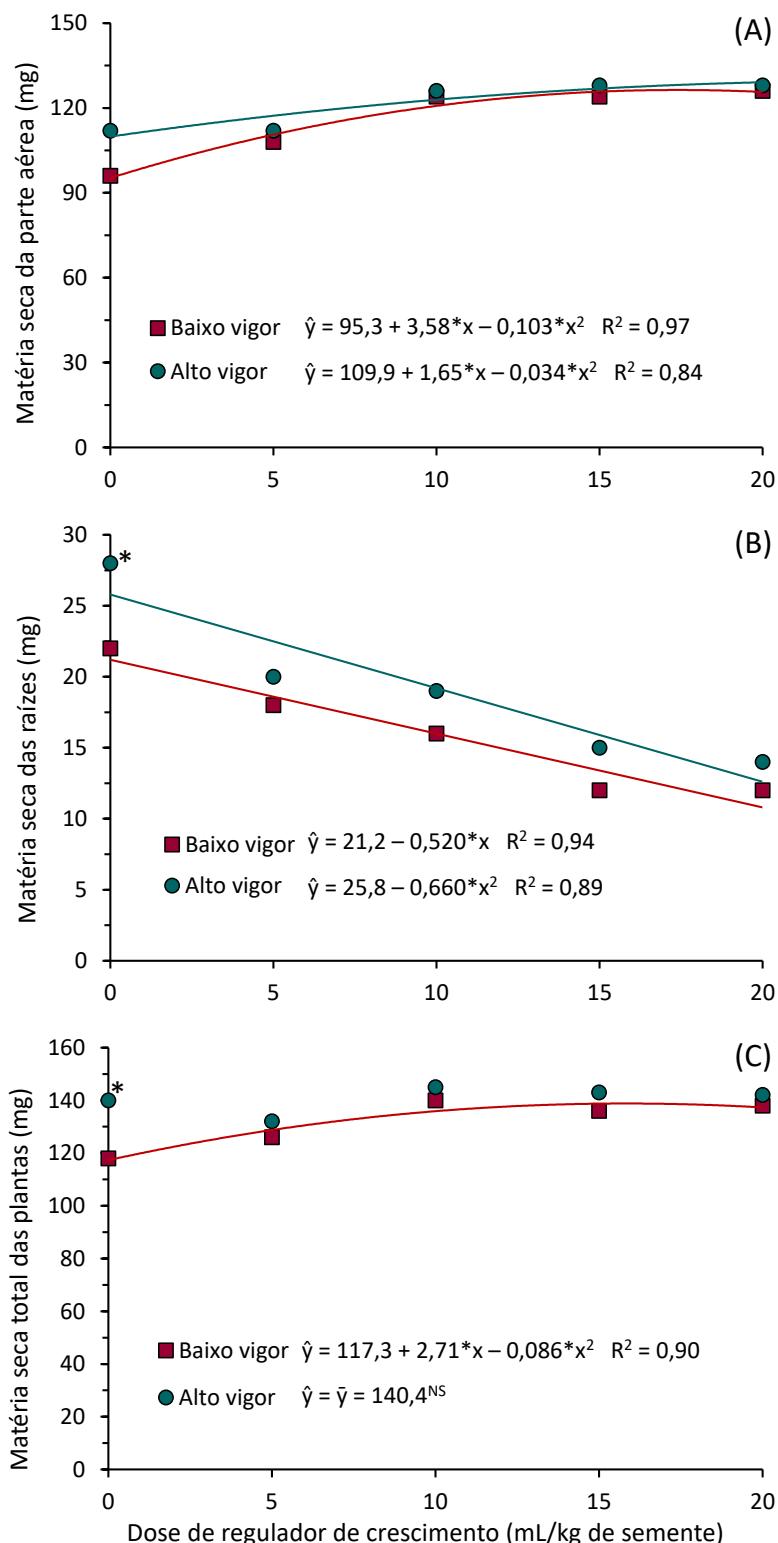
Avaliando a aplicação de regulador de crescimento à base de giberelina e citocinina em sementes de soja, Leite *et al.* (2003) verificaram que a aplicação de regulador de crescimento não teve efeito significativo no desenvolvimento das raízes das plantas. Estes autores ainda argumentaram que houve diminuição do efeito das giberelinhas no crescimento das raízes proporcionado pela ação da citocinina aplicada em conjunto. Portanto, quando estes dois hormônios vegetais são aplicados em conjunto sobre o tratamento das sementes os seus efeitos ainda são contraditórios.

Nas sementes de baixo vigor a aplicação de regulador de crescimento resultou no incremento da matéria seca total das plântulas de soja, ao passo que a aplicação de regulador de crescimento não teve efeito significativo quando aplicado sobre as sementes de alto vigor (Figura 4C). O incremento da matéria seca total observado nas plântulas oriundas de sementes de baixo vigor pode estar relacionado a atuação das giberelinhas sobre o melhor aproveitamento das reservas de sementes na formação do embrião. Segundo Taiz *et al.* (2017), a giberelina está relacionada com a síntese de enzimas hidrolíticas, que promovem a degradação das proteínas e do amido, utilizados para o desenvolvimento do embrião. De acordo com Buchelt *et al.* (2019), a resposta a aplicação de reguladores vegetais é mais pronunciada quando as sementes possuem menor vigor ou quando são expostas às condições ambientais estressantes.

Em geral, os resultados apresentados neste trabalho indicam que as doses do regulador de crescimento vegetal aplicadas no tratamento das sementes de soja resultaram em efeitos fitotóxicos sobre o processo de germinação das sementes e crescimento inicial da parte aérea e das raízes das plântulas. Portanto, novos estudos devem ser realizados com a aplicação de

doses menores do regulador de crescimento vegetal à base de giberelina e citocinina (Promalin®) para a definição de recomendação de uso no tratamento de sementes de soja.

**Figura 4.** Efeito da aplicação de regulador de crescimento vegetal à base de giberelina (GA<sub>4</sub> e GA<sub>7</sub>) e citocinina (6-BA) no tratamento de sementes sobre a matéria seca da parte aérea (A), matéria seca das raízes (B) e matéria seca total (C) das plântulas de soja [*Glycine max L.*, cv. BMX Bônus IPRO] oriundas de sementes de baixo e alto vigor.



## Conclusões

A aplicação do regulador de crescimento vegetal à base de giberelina e citocinina proporcionou efeitos positivos para a produção de matéria seca da parte aérea e matéria seca total de plântulas de soja, principalmente para aquelas advindas de sementes de baixo vigor.

As doses de regulador de crescimento aplicadas no tratamento das sementes resultaram na inibição do processo de germinação das sementes e na inibição do alongamento do caule e da raiz primária das plântulas de soja. Portanto, o uso do regulador de crescimento vegetal Promalin® nas dosagens variando de 5 a 20 mg L<sup>-1</sup> não deve ser recomendado para o tratamento das sementes de soja.

## Referências

- BERTOLIN, D. S.; SÁ, M. E.; ARF, O.; FURLANI, J. E.; COLOMBO, A. S.; CARVALHO, F. L. B. M. Aumento da produtividade de soja com a aplicação de bioestimulantes. **Bragantia**, v. 69, n. 2, p. 339-347, 2010.
- BUCHELT, A. C.; METZLER, C. R.; CASTIGLIONI, J. L.; DASSOLLER, T. F.; LUBIAN, M. S. Aplicação de bioestimulantes e *Bacillus subtilis* na germinação e desenvolvimento inicial da cultura do milho. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 6, n. 4, p. 69-74, 2019.
- CARVALHO, T. C.; SILVA, S. S.; SILVA, R. C.; PANOBIANCO, M.; MÓRGOR, A. F.; Influência de bioestimulantes na germinação e desenvolvimento de *Phaseolus vulgaris* sob restrição hídrica. **Revista de Ciências Agrárias**. v. 36, n. 2, p. 58-67, 2013.
- CASTRO, P. R. C; VIEIRA, E. L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Agropecuária, 2001.
- CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**. 8º Levantamento da Safra 2021/22. Boletim de Grãos de Maio de 2022. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 02 de junho de 2022.
- CUNHA, R. C.; OLIVEIRA, F. A.; SOUZA, M. W. L.; MEDEIROS, J. F.; LIMA, L. A.; OLIVEIRA, M. K. T. Ação de bioestimulante no desenvolvimento inicial do milho doce submetido ao estresse salino. **Irriga**, v. 1, n. 1, p. 191-191, 2016.
- FERREIRA, D. F. **Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons**. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.
- FRANÇA-NETO, J. D. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A.; DE PÁDUA, G. P., LORINI, I.; HENNING, F. A. **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade**. Embrapa Soja-Dокументos – Londrina: Embrapa Soja, 82 p, 2016.
- HIROSE, N.; TAKEI, K.; KUROHA, T.; KAMADA-NOBUSADA, T.; HAYASHI, H.; SAKAKIBARA, H. Regulation of cytokinin biosynthesis, compartmentation and translocation. **Journal of Experimental Botany**, v. 59, n. 2, p. 75-83, 2008.

IQBAL, M.; ASHRAF, M.; JAMIL, A. Seed enhancement with cytokinins: changes in growth and grain yield in salt stressed wheat plants. **Plant Growth Regulation**, v. 50, n. 1, p. 29-39, 2006.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. 2 ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, RJ, Brazil. 2012, 431p.

LABOURIAU, L.G. **A germinação de sementes**. Washington: Organização dos Estados Americanos, 1983, 174p.

LEITE, V. M.; ROSELEM, C. A.; RODRIGUES, J. D. Gibberellin and cytokinin effects on soybean growth. **Scientia Agricola**, v. 60, n. 3, p. 537- 541, 2003.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.

MELO, G. B.; SILVA, A. G.; PERIN, A.; BRAZ, G. B. P.; ANDRADE, C. L. L. Tratamento de sementes com doses do bioestimulante à base de algas. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 1, p. 1418-1431, 2021.

MOTERLE, L. M.; SANTOS, R. F. D.; SCAPIM, C. A.; BRACCINI, A. D. L.; BONATO, C. M.; CONRADO, T. Efeito de biorregulador na germinação e no vigor de sementes de soja. **Revista Ceres**, v. 58, n. 5, p. 651-660, 2011.

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.

RODRIGUES, D. S.; SCHUCH, L. O. B.; MENEGHELLO, G. E.; PESKE, S. T. Desempenho de plantas de soja em função do vigor das sementes e do estresse hídrico. **Revista Científica Rural**, v. 20, n. 2, p. 144-158, 2018.

RODRIGUES, T. J. D.; LEITE, I. C. **Fisiologia vegetal**: hormônios das plantas. Jaboticabal: Funep, 2004, 78p. il.

SANTOS, V. M.; MELO, A. V.; CARDOSO, D. P.; GONÇALVES, A. H.; SOUZA, D. C. V.; SILVA, A. R. Uso de bioestimulantes no crescimento de plantas de soja. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.12, n. 3, p. 512-517, 2017.

SCHEEREN, B. R.; PESKE, S. T.; SCHUCH, L. O. B.; BARROS, A. C. A. Qualidade fisiológica e produtividade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 3, p. 035-041, 2010.

SEDIYAMA, T.; SILVA, F.; BORÉM, A. **Soja**: do plantio à colheita. Viçosa: UFV, 2015. 333p.

SNEIDERIS, L. C.; GAVASSI, M. A.; CAMPOS, M. L.; D'AMICO-DAMIÃO, V.; CARVALHO, R. F. Effects of hormonal priming on seed germination of pigeon pea under cadmium stress. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 87, n. 5, p. 1847-1852, 2015.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p.