

**DESEMPENHO PRODUTIVO E FISIOLÓGICO DE FEIJÃO-COMUM SOB DIFERENTES DOSES DE BIOESTIMULANTE NO IPORÁ-GO**

**PRODUCTIVE AND PHYSIOLOGICAL PERFORMANCE OF COMMON BEAN UNDER DIFFERENT DOSES OF BIOSTIMULANT IN IPORÁ-GO**

**DESEMPEÑO PRODUCTIVO Y FISIOLÓGICO DEL FRIJOL COMÚN BAJO DIFERENTES DOSIS DE BIOESTIMULANTE EN IPORÁ-GO**

 <https://doi.org/10.56238/arev7n10-156>

**Data de submissão:** 16/09/2025

**Data de publicação:** 16/10/2025

**Mariano Pereira Noleto**

Doutor em Ciências Agrárias

Instituição: Instituto Federal Goiano

E-mail: mariano.cfs@gmail.com

**Samine Rezende de Souza**

Mestre em Bioenergia e Grãos

Instituição: Instituto Federal Goiano

E-mail: samine\_souza@hotmail.com

**Aurelio Rubio Neto**

Doutorado em Agronomia

Instituição: Instituto Federal Goiano

E-mail: aurelio.rubio@ifgoiano.edu.br

**Sihelio Julio Silva**

Pós-Doutorado em Agronomia

Instituição: Instituto Federal Goiano

E-mail: sihelio.cruz@ifgoiano.edu.br

**Danilo Nogueira dos Anjos**

Doutorado em Agronomia

Instituição: Instituto Federal do Mato Grosso

E-mail: danilo.anjos@ifmt.edu.br

**Fabio Gonçalves Marinho**

Mestre em Biocombustíveis

Instituição: Instituto Federal do Mato Grosso

E-mail: fabiominerthal@gmail.com

**RESUMO**

A busca por práticas agrícolas sustentáveis e eficientes têm incentivado o uso de bioestimulantes como estratégia para potencializar o desempenho das culturas. Objetivou-se com este trabalho avaliar doses do bioestimulante comercial Speed Advantage® sobre o desempenho produtivo, respostas fisiológicas e qualidade de sementes de duas cultivares de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris L.*), BRS Estilo e BRS Esplendor, em condições edafoclimáticas de Rio Verde GO. O experimento foi conduzido em

blocos casualizados, em esquema fatorial  $2 \times 6$  (duas cultivares  $\times$  seis doses de bioestimulante: 0, 150, 300, 450, 600 e 750 mL.ha<sup>-1</sup>), com quatro repetições. As avaliações fisiológicas incluíram índice SPAD aos 1, 7 e 14 dias após aplicação (DAA), além da mensuração da produtividade, massa de mil grãos, número de vagens por planta, e parâmetros de qualidade de sementes como germinação, emergência, comprimento e massa seca de plântulas. Conclui-se que o bioestimulante Speed Advantage® promoveu ganhos fisiológicos e produtivos no cultivo de feijão-comum, desde que aplicado em doses adequadas. A faixa entre 380 e 500 mL.ha<sup>-1</sup> demonstrou ser a mais eficiente para cultivares e para as maioria das variáveis analisadas.

**Palavras-chave:** *Phaseolus vulgaris*. Qualidade de Sementes. Agricultura Sustentável. Plântulas.

## ABSTRACT

The search for sustainable and efficient agricultural practices has encouraged the use of biostimulants as a strategy to enhance crop performance. The objective of this study was to evaluate the effects of the commercial biostimulant Speed Advantage® on the productive performance, physiological responses, and seed quality of two common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars, BRS Estilo and BRS Esplendor, under soil and climate conditions in Rio Verde, GO. The experiment was conducted in a randomized complete block design, in a  $2 \times 6$  factorial design (two cultivars  $\times$  six biostimulant doses: 0, 150, 300, 450, 600, and 750 mL.ha<sup>-1</sup>), with four replicates. Physiological evaluations included SPAD index at 1, 7, and 14 days after application (DAA), in addition to measuring yield, thousand-grain weight, number of pods per plant, and seed quality parameters such as germination, emergence, seedling length, and dry weight. It was concluded that the Speed Advantage® biostimulant promoted physiological and productive gains in common bean cultivation, provided it was applied at appropriate doses. The range between 380 and 500 mL.ha<sup>-1</sup> proved to be the most efficient for cultivars and for most of the variables analyzed.

**Keywords:** *Phaseolus vulgaris*. Seed Quality. Sustainable Agriculture. Seedlings.

## RESUMEN

La búsqueda de prácticas agrícolas sostenibles y eficientes ha impulsado el uso de bioestimulantes como estrategia para mejorar el rendimiento de los cultivos. El objetivo de este estudio fue evaluar los efectos del bioestimulante comercial Speed Advantage® en el rendimiento productivo, las respuestas fisiológicas y la calidad de la semilla de dos cultivares de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), BRS Estilo y BRS Esplendor, en condiciones edafoclimáticas en Rio Verde, GO. El experimento se realizó en un diseño de bloques completos al azar, con un diseño factorial  $2 \times 6$  (dos cultivares  $\times$  seis dosis de bioestimulante: 0, 150, 300, 450, 600 y 750 mL.ha<sup>-1</sup>), con cuatro réplicas. Las evaluaciones fisiológicas incluyeron el índice SPAD a los 1, 7 y 14 días después de la aplicación (DDA), además de medir el rendimiento, el peso de mil granos, el número de vainas por planta y parámetros de calidad de la semilla como germinación, emergencia, longitud de plântula y peso seco. Se concluyó que el bioestimulante Speed Advantage® promovió mejoras fisiológicas y productivas en el cultivo de frijol común, siempre que se aplicara en dosis adecuadas. El rango entre 380 y 500 mL.ha<sup>-1</sup> resultó ser el más eficiente para los cultivares y para la mayoría de las variables analizadas.

**Palabras clave:** *Phaseolus vulgaris*. Calidad de la Semilla. Agricultura Sostenible. Plântulas.

## 1 INTRODUÇÃO

O feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.), pertencente à família Fabaceae, é uma cultura de grande importância nutricional e socioeconômica. Destaca-se por apresentar elevada concentração de proteínas (22,06–32,63%), fibras (29,32–46,77%), carboidratos (9,16–18,09%), lipídios (1,05–2,83%), além de minerais e compostos bioativos com propriedades antioxidantes e antimutagênicas, como tiamina, vitamina B6 e ácido fólico (CORZO-RÍOS et al., 2020; HAMMAMI et al., 2022). Essa diversidade nutricional torna o feijão uma fonte acessível de nutrientes essenciais, especialmente em países em desenvolvimento, contribuindo para a dieta de populações na África, Ásia e América Latina (HAMMAMI et al., 2022; CASTIANO et al., 2023).

No Brasil, a safra 2023/2024 de feijão-comum atingiu 2,86 milhões de hectares plantados ao longo das três safras, representando um aumento de 5,8% em relação à safra anterior, com crescimento de 1,1% na produtividade média por hectare. O estado de Goiás destacou-se nesse período, alcançando a maior produtividade média do país (2.574 kg ha<sup>-1</sup>), valor 60% superior à produtividade média do Paraná, o maior produtor nacional (1.557 kg ha<sup>-1</sup>), apesar de sua área plantada ser relativamente menor (CONAB, 2024). Esses dados evidenciam a eficiência produtiva e os avanços tecnológicos aplicados na agricultura goiana, reforçando a relevância do estado na produção nacional de feijão.

Diante da crescente demanda por práticas agrícolas sustentáveis e dos desafios impostos pelas mudanças climáticas, os bioestimulantes têm se destacado como uma alternativa promissora para otimizar o desempenho das culturas. Esses produtos, compostos por substâncias ou microrganismos, estimulam processos fisiológicos que melhoram a nutrição vegetal, aumentam a absorção e utilização de nutrientes, promovem a tolerância a estresses abióticos (como seca e salinidade) e contribuem para a qualidade das plantas, influenciando positivamente o crescimento e desenvolvimento (MANDAL et al., 2023; JINDO et al., 2022). Além disso, os bioestimulantes favorecem a disponibilidade de nutrientes na rizosfera, potencializando o aproveitamento dos recursos presentes no solo.

O uso de bioestimulantes pode, portanto, fortalecer a sustentabilidade e a resiliência do cultivo de feijão, reduzindo a dependência de insumos tradicionais e promovendo uma agricultura mais eficiente e adaptável (CERVEIRA et al., 2025). Apesar de seu potencial, ainda existem lacunas no conhecimento sobre as doses ideais de bioestimulantes para diferentes cultivares de feijão em condições de cultivo específicas, como as do estado de Goiás.

Nesse contexto, objetivou-se avaliar o desempenho produtivo, as respostas fisiológicas e a qualidade de sementes de diferentes cultivares de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) submetidas a doses de bioestimulante, com o intuito de identificar a dose mais eficaz para otimizar a produtividade e a qualidade das sementes em condições de cultivo em Goiás.

## 2 METODOLOGIA

O experimento foi realizado entre os meses de julho e setembro de 2020, na Fazenda Escola do Instituto Federal Goiano no Campus Iporá. A área onde o projeto foi desenvolvido situa-se a uma altitude de 584 metros. Iporá e suas proximidades estão inseridas em região de clima tropical subúmido, classificado como Aw, segundo Köppen (1948).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 2 cultivares de feijão-comum x 6 doses de bioestimulante, utilizando para isso o produto comercial Speed Advantage® (0, 150, 300, 450, 600 e 750 ml de ha<sup>-1</sup>), com quatro repetições. Cada parcela experimental foi constituída por 4 linhas de 2 m de comprimento por 0,5 m entre linhas, totalizando 4 m<sup>2</sup> por parcela. As avaliações foram realizadas nas 3 fileiras centrais, deixando-se 0,5 m de bordadura nas extremidades.

O Speed Advantage®, é um produto da empresa Fertilizer Agroscience, é um bioestimulante vegetal possui altas concentrações de aminoácidos, carbono orgânico (COT) e nitrogênio (N) está presente em sua composição Ácido Aspártico (2,08%), Ácido Glutâmico (5,05%), Alanina (2,69%), Arginina (2,01%), Cistina (0,02%), Fenilalanina (0,79%), Glicina (4,75%), Histidina (0,39%), Isoleucina (1,16%), Leucina (1,24%), Metionina (1,24%), Prolina (0,55%), Tirosina (0,02%), Ornitina (0,03%), Metilistidina (0,07%), Triptofano (1,10%), Serina (0,92%), Valina (0,92%), Treonina (0,67%), Nitrogênio Solúvel em água (4,00% 50,00 g/L), Carbono Orgânico Total (COT) (15,00% 187,50 g/L).

Foram utilizadas as cultivares BRS estilo e BRS esplendor sendo a semeadura e adubação realizadas de forma manual no mesmo período. As sementes foram colocadas com 3 cm de profundidade. As aplicações de fertilizantes granulados na adubação de semeadura e cobertura foram realizadas de acordo com o preconizado por (LOBATO; SOUSA; 2002). O controle de plantas daninhas durante o ciclo da cultura foi realizado por meio de aplicação de herbicida clethodim, seletivo para a cultura do feijão.

O suprimento hídrico durante todo o ciclo da cultura foi realizado via irrigação por gotejamento de acordo com método Penman-Monteith considerando a evapotranspiração da cultura de referência (ET<sub>0</sub>) que foi calculada usando dados de estação meteorológica próxima (aproximadamente 200 m do experimento) usando a seguinte fórmula ET<sub>c</sub> = ET<sub>0</sub> \* K<sub>c</sub>. onde: ET<sub>c</sub>. Evapotranspiração da cultura [mm<sup>d-1</sup>], K<sub>c</sub>. Coeficiente de cultura [adimensional], ET<sub>0</sub> Evapotranspiração da cultura de referência [mm<sup>d-1</sup>]. Por dia, em média foi irrigado 3 mm de lâmina d'água m<sup>2</sup>.

As aplicações das doses de bioestimulante foram realizadas com a aplicação do herbicida Select 240 EC (Cletodin 240 g/L), realizadas no estádio vegetativo V4, com pulverizador costal pressurizado

à CO<sub>2</sub>, com pressão constante de 2,5 bar, equipado com reservatório de 20 litros, sendo o volume de calda de 200 L ha<sup>-1</sup>. A barra de aplicação foi equipada com haste com quatro bicos TT 110.02, espaçados em 0,50 m.

Aos 1, 7 e 14 dias após a aplicação (DAA), dos tratamentos, foram determinados o índice de SPAD de clorofila, por meio de leituras com clorofilômetro marca Minolta (modelo SPAD-502), em três pontos das folhas +3 e foram calculadas as médias dessas leituras.

O número de vagens por planta foi determinado pela contagem de todas as vagens das plantas, obtendo a média de acordo com a quantidade de plantas da parcela. A massa de mil sementes e a produtividade de sementes com 13% de umidade, foram determinadas segundo as metodologias estabelecidas pelas Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Após a determinação da produtividade, foram separados lotes de sementes para análise do teste de germinação. Sendo este realizado com 200 sementes (quatro subamostras de 50 sementes), semeadas em rolos de papel germitest umedecidos com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes massa seca do papel, permanecendo em germinador do tipo BOD regulado à temperatura constante de 25 °C. As contagens foram realizadas aos cinco e nove dias após a semeadura. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009). Primeira contagem de germinação: foi conduzido simultaneamente com o teste de germinação, sendo a contagem de plântulas, realizada no quinto dia após a semeadura (BRASIL, 2009);

A emergência de plântulas em campo foi feita com quatro repetições de 100 sementes distribuídas em sulco com 2,5 m de comprimento e aproximadamente 2 cm de profundidade simulando a semeadura no campo sendo irrigadas sempre que necessário. A contagem das plântulas normais emergidas foram realizadas diariamente em porcentagem.

Comprimento e massa seca total das plântulas Foram utilizadas 60 sementes (quatro subamostras de 15 sementes) para cada amostra, semeadas no terço superior do papel germitest umedecido com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a massa seca do papel, permanecendo em germinador do tipo BOD regulado à temperatura constante de 25°C (Nakagawa 1999). Foi realizada a mensuração do comprimento de 10 plântulas no quinto dia após a semeadura, com régua milimétrica e o resultado expresso em centímetros. Após mensuração do comprimento das plântulas, estas foram acondicionadas separadamente em sacos de papel, identificados e colocadas para secar em estufa a 65 °C por 72 horas, após este período foram pesadas em balança de precisão, sendo a massa expressa em miligramas por plântula.

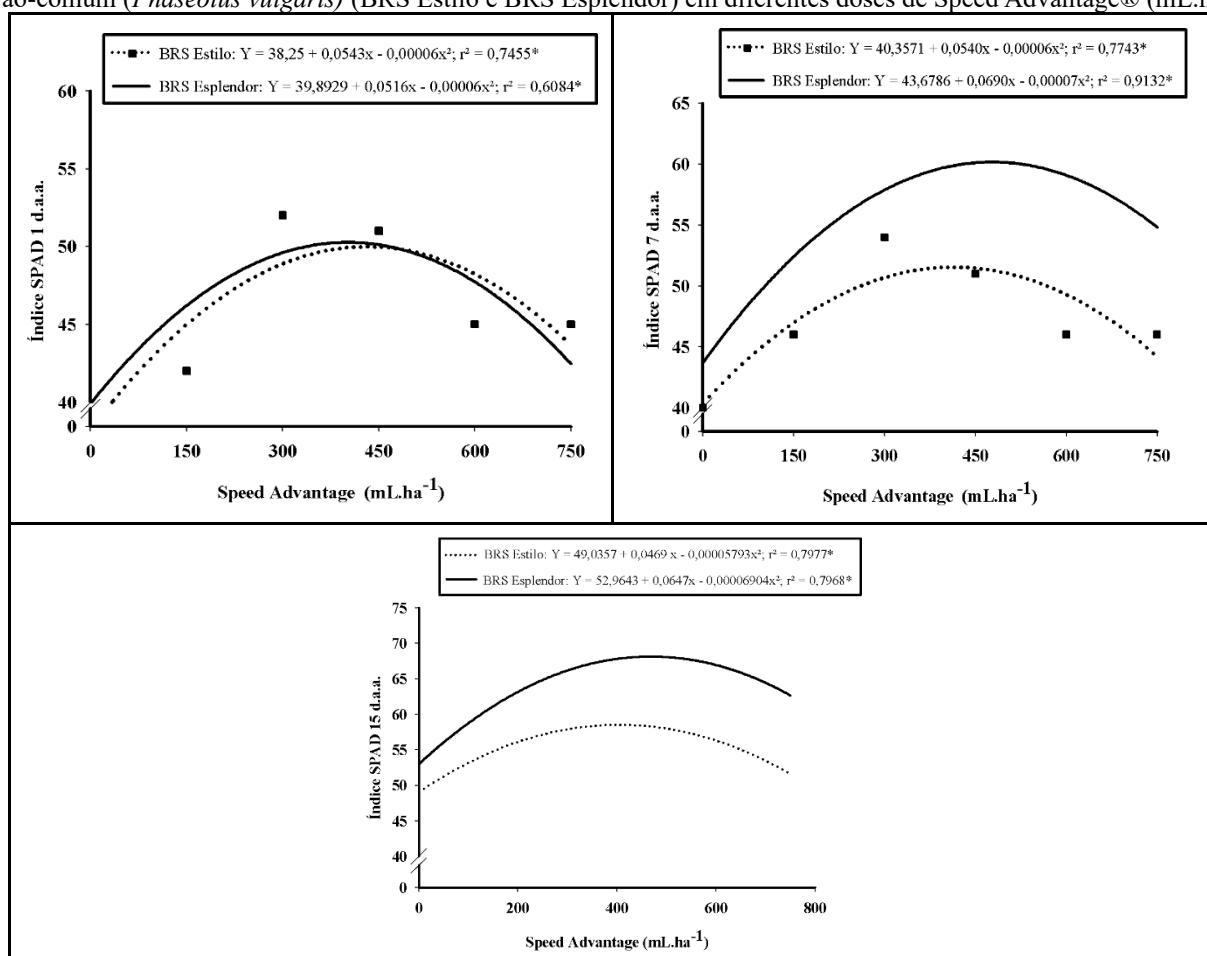
Os resultados foram submetidos à análise de variância a 5% de probabilidade, de probabilidade para comparação de médias das duas cultivares de feijão-comum, enquanto que foram ajustadas

equações de regressão para o efeito das doses de bioestimulante, por meio do programa de análise de dados SIGMPLOT. Foi determinada a dose de máxima eficiência técnica, por meio da equação de segundo grau ( $R = b_0 \pm b_1x \pm b_2x^2$ ). R: Variável dependente (resposta ou resultado).  $b_0$ : Coeficiente constante (intercepto ou valor de R quando  $x=0$ ).  $b_1$ : Coeficiente angular (define a taxa de variação de R em relação a x).  $b_2x^2$ : Coeficiente quadrático (representa a curvatura da relação entre R e x). x: Variável independente (fator aplicado, como dose de fertilizante ou concentração de um produto).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após as leituras do índice SPAD (Soil Plant Analysis Development) que é usado para correlacionar o teor de clorofila na planta, indicador crucial para estimar a assimilação de nitrogênio durante o desenvolvimento da cultura (YOKOYAMA et al., 2018). Verificou-se interação entre cultivares e doses avaliadas para esta variável, por meio de teste f. Desta forma, foi realizado o desdobramento da interação (Figura 1)

Figura 1 - Índice SPAD (Soil Plant Analysis Development) (1, 7 e 14 DAA -Dias Após a aplicação) em cultivares de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*) (BRS Estilo e BRS Esplendor) em diferentes doses de Speed Advantage® (mL.ha<sup>-1</sup>).



Fonte: Autores.

O índice SPAD, que reflete a concentração de clorofila e o status nutricional das plantas, comportou-se semelhante entre os cultivares BRS Estilo e BRS Esplendor ao longo do tempo. O modelo quadrático foi o que melhor ajustou-se ao comportamento dos dados, após 1 DAA o ponto máximo foi atingido com  $452 \text{ mL.ha}^{-1}$  para o cultivar BRS Estilo e  $430 \text{ mL.ha}^{-1}$  para o cultivar BRS Esplendor. Isso demonstrou que após a aplicação do produto foi possível verificar o teor da clorofila melhorando até o ponto máximo. O produto age rapidamente na fisiologia da planta, aumentando clorofila que pode ser responsável por maior peso de mil sementes. Em trabalho com soja na correlação de Pearson, observou-se que os dados obtidos aos 83 dias após a semeadura (DAS) para produtividade, clorofila A e clorofila B correlacionaram-se estatisticamente. A produtividade teve forte correlação com a clorofila A, com coeficiente  $r = 0,94$ , e correlação elevada com a clorofila B, com valor de  $r = 0,85$ , com  $p$ -valor  $<0,05$  (COLLA; ROSA, 2024).

Os teores de clorofila mostraram-se fortemente associados às variáveis morfofisiológicas da planta, destacando-se como importante indicador do estado funcional da cultura. Observou-se correlação positiva entre o teor de clorofila e a área foliar, sugerindo que o acúmulo de pigmentos fotossintéticos está relacionado à expansão da superfície foliar. Além disso, tanto os carotenóides quanto os fenóis totais correlacionaram-se positivamente com a clorofila, reforçando seu papel na atividade metabólica e na proteção da planta frente a estresses, o que, por sua vez, impacta diretamente no desempenho produtivo da cultura (PEDÓ, et al, 2021).

A partir dos modelos quadráticos ajustados, observou-se que a dose máxima eficiente do Speed Advantage® para otimizar o desenvolvimento do índice SPAD das plantas na aplicação em 7 DAA foi de  $450 \text{ mL.ha}^{-1}$  para BRS Estilo e  $493 \text{ mL.ha}^{-1}$  para BRS Esplendor. Já aos 14 DAA, a dose máxima eficiente foi de  $391 \text{ mL.ha}^{-1}$  para BRS Estilo e  $462 \text{ mL.ha}^{-1}$  para BRS Esplendor, de modo geral as cultivar BRS Estilo obtiveram dose máxima eficiente nas menores doses do produto em 7 e 14 DAA.

Em experimento para avaliar o efeito do bioestimulante em espinafre (*Spinacia oleracea L.*) cultivado sob estresse salino, demonstrou que bioestimulantes hidrolisados protéicos derivados de leguminosas, atenuaram de forma eficaz para inibir efeitos negativos da irrigação com água salina, sendo este um dos principais indicadores dessa resposta positiva no aumento do índice SPAD nas plantas tratadas com bioestimulantes, mesmo sob elevados níveis de salinidade. O incremento no índice SPAD reflete diretamente a preservação da integridade da clorofila e da capacidade fotossintética das folhas, sugerindo que contribuiu para manter o funcionamento fisiológico das plantas sob estresse (EL-NAKHEL, et al. 2022).

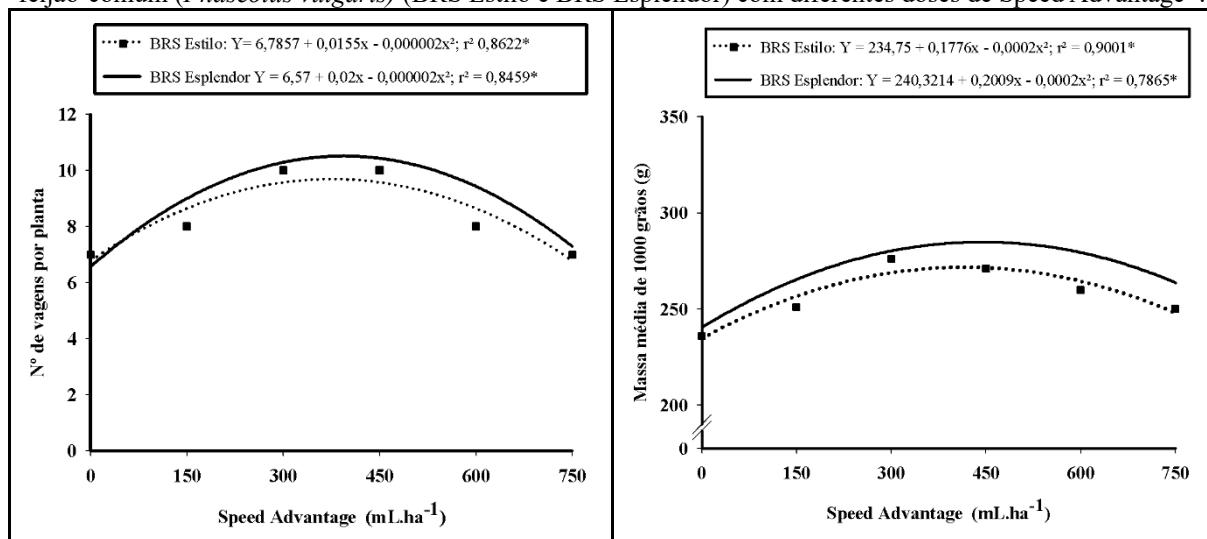
A aplicação de bioestimulantes vegetais aumentou significativamente tanto o índice de clorofila SPAD quanto a altura das plantas em três cultivares de batata, em comparação com o controle, sem

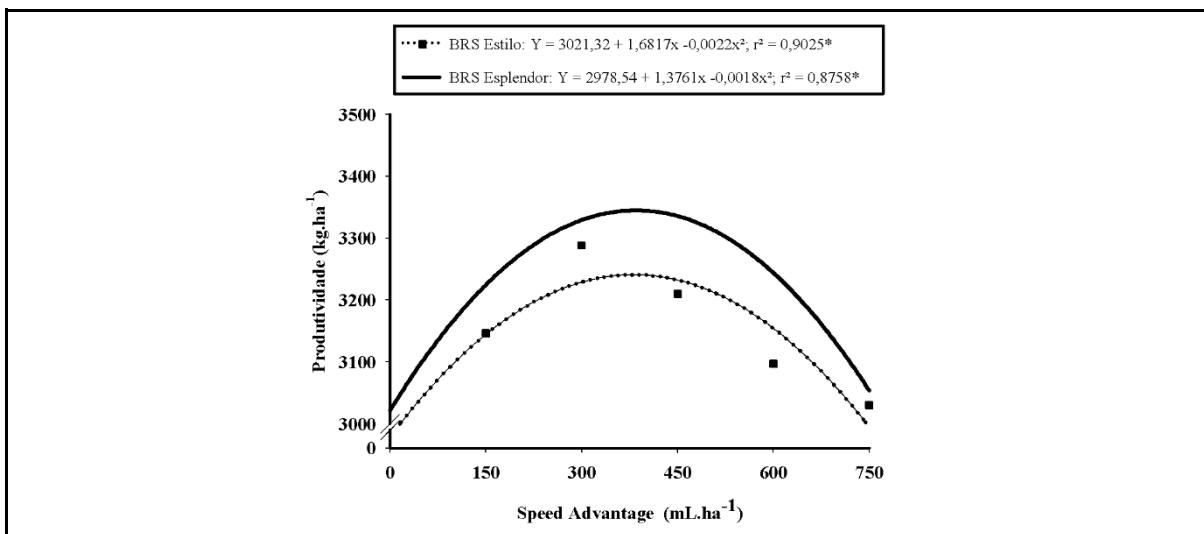
bioestimulante. Os bioestimulantes testados — Kelpak® SL, Tytanit®, GreenOk® e BrunatneBio Zloto — apresentaram eficácia variável conforme a cultivar e o ano de avaliação (MYSTKOWSKA, 2022). Em experimento com feijão-comum, no qual foram avaliadas doses de bioestimulante e déficit de irrigação, não foram observadas diferenças nas leituras das clorofилas totais, medidas pelo índice SPAD, ao longo das épocas avaliadas (Morales-Guevara et al., 2017).

Ao avaliar o efeito da aplicação do bioestimulante Pectimorf® (Pm) e Azofert-F® na cultura do feijão-comum, observou-se diferença nas leituras do índice SPAD quando os produtos foram aplicados diretamente nas sementes. Não foi detectada significância nos resultados quando os produtos foram aplicados por pulverização direta nas plantas (LARA-ACOSTA, et al. 2019). Os tratamentos empregados no ensaio foram constituídos por diferentes números de aplicações do bioestimulante Biozyme TF®. Foi utilizado o tratamento recomendado pelo fabricante, além de outras doses, tanto abaixo quanto acima da recomendada. Também foram avaliadas diferentes épocas de aplicação. No entanto, não houve diferença nas leituras do índice SPAD entre doses avaliadas (Silva et. al, 2016).

Para a variável de produção das cultivares BRS Estilo e BRS Esplendor em diferentes doses do bioestimulante Speed Advantage®, foi possível detectar diferenças. Diante disso foi realizado o desdobramento da interação (figura 2)

Figura 2 - Número de vagens por planta (A) e Massa média 1000 (B) e produtividade de grãos C) para duas cultivares de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*) (BRS Estilo e BRS Esplendor) com diferentes doses de Speed Advantage®.





Fonte: Autores.

A partir dessas equações, determinou-se que a dose de máxima eficiência foi de 387,5 mL.ha<sup>-1</sup> e 500 mL.ha<sup>-1</sup>, para BRS Estilo e BRS Esplendor, respectivamente, para o componente de produção de número de vagens por plantas. Os resultados indicam que BRS Esplendor necessitou de dose maior de Speed Advantage® para atingir seu potencial produtivo máximo, enquanto BRS Estilo atingiu ponto ótimo em dose menor, sugerindo maior sensibilidade. A redução no número de vagens em doses superiores às ótimas pode estar associada a danos mecânicos, menor eficiência de deposição dos insumos ou estresse fisiológico nas plantas (TAIZ, et al. 2017 ).

Em experimentos envolvendo influências de tratamentos com bioestimulantes em produtividades e seus componentes na cultura de soja foi possível verificar incremento na quantidade de vagens por plantas de até 23% a mais que a testemunha sem aplicação de bioestimulantes (Batista Filho, et. al, 2013). O bioestimulante da empresa Argo Agrosciences com exceção do número de grãos por vagem (NGV), não incrementou produtividade das doses testadas (Dall Agnol et al., 2022). Em feijão, o uso de bioestimulantes, nas diferentes doses e formas de aplicação aumentou o número de grãos por planta (DOURADO NETO, et. al, 2014).

A massa média de 1000 grãos também seguiu padrão quadrático em resposta ao Speed Advantage®. O cultivar BRS Esplendor alcançou valores superiores em relação ao BRS Estilo ao longo de todas as doses avaliadas. O ponto máximo da massa de 1000 grãos ocorreu em doses semelhantes àquelas observadas na produtividade, reforçando a ideia de resposta ideal do Speed Advantage® dentro de uma faixa específica de doses. O coeficiente de determinação foi de 0,9001 para BRS Estilo e 0,7865 para BRS Esplendor, indicando ótimo ajuste dos modelos para explicar o comportamento dos resultados. Dose máxima de eficiência para BRS Estilo: 444 mL.ha<sup>-1</sup>mL.ha<sup>-1</sup> e

para BRS Esplendor 502,3 mL.ha<sup>-1</sup>. Em experimentos com emprego de diferentes números de aplicações durante o ciclo da cultura do feijão do bioestimulante Biozyme TF®. No entanto, não houve diferença na massa média de 100 grãos (SILVA et al, 2016).

A produtividade das cultivares de feijão em resposta às doses do Speed Advantage® foi melhor representada com o modelo quadrática, conforme evidenciado pelas equações de regressão ajustadas, os coeficientes de determinação (*r*) de 0,9025 para BRS Estilo e 0,8758 para BRS Esplendor. A cultivar BRS Estilo atingiu produtividade máxima estimada em aproximadamente 3.350 kg.ha, enquanto o BRS Esplendor com um pico ligeiramente superior em torno de 3.400. No entanto, ambas as cultivares demonstraram redução da produtividade após dose máxima de eficiência para BRS Estilo: 382,2 mL.ha<sup>-1</sup> e para BRS Esplendor 382,3 mL.ha<sup>-1</sup> sugerindo efeito fitotóxico ou redução da eficiência do Speed Advantage® em doses mais elevadas.

A aplicação do biorregulador Stimulate® na cultura da soja resultou em ponto de máximo de 339,68 mL ha<sup>-1</sup> para a produtividade. O valor máximo obtido foi de 4.101,04 kg ha<sup>-1</sup>, conforme ajuste de regressão quadrática (*r*=0,97) (Albrecht et al., 2012). Da mesma forma, neste experimento, observou-se ponto máximo seguido de declínio à medida que a dose foi aumentada (Figura 2). No entanto, o aumento das doses tem limite em relação ao efeito estimulante, atingindo ponto máximo ou a dose ideal recomendada. Quando esse limite é ultrapassado, observam-se efeitos negativos no crescimento e desenvolvimento das plantas, possivelmente devido ao desequilíbrio hormonal, possivelmente pelo excesso de nitrogênio e aminoácidos presente na composição do bioestimulante. Isso pode reduzir a tolerância a estresses ambientais, afetar a qualidade dos grãos e comprometer a produtividade. (ALBRECHT et al., 2012; TAIZ, et al. 2017).

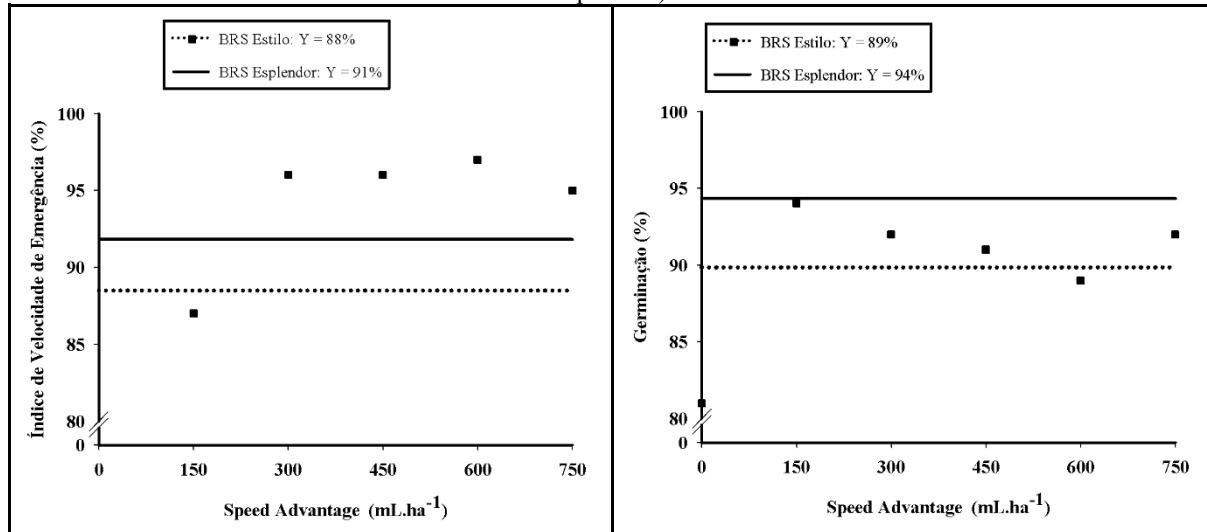
Estudos demonstram que a aplicação de bioestimulantes na cultura da soja pode aumentar significativamente a produtividade. Por exemplo, Batista Filho et al. (2013) observaram que a aplicação de Stimulate® via sementes resultou em incremento na produtividade de até 39% a mais que a testemunha sem aplicação de bioestimulantes. Além disso, Minikowski (2018) constatou que o uso de fertilizantes foliares à base de aminoácidos, aplicados durante a fase vegetativa, influenciou positivamente o desenvolvimento da soja, melhorando a sanidade e nutrição das plantas, resultando em incremento na produtividade. Esses resultados indicam que a utilização de bioestimulantes e aminoácidos pode ser estratégia eficaz para aumentar a produtividade. Em feijão, o uso de bioestimulantes, nas diferentes doses e formas de aplicação aumenta a produtividade (DOURADO NETO, et.. al, 2014).

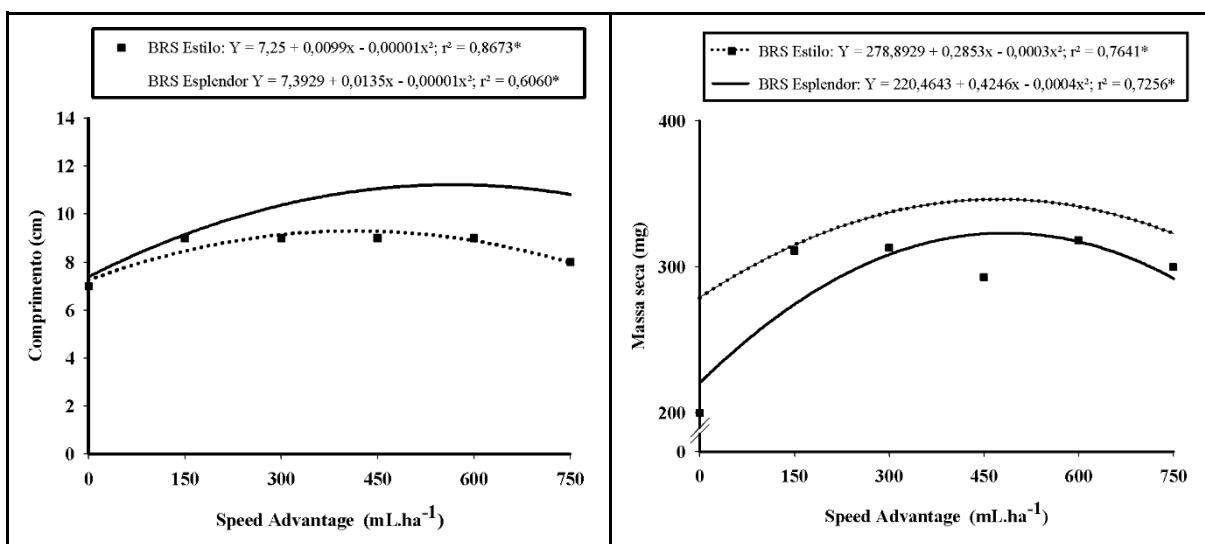
Em experimentos com a aplicação do bioestimulante Agri Algas® nas doses de 0,25, 0,50, 0,75 e 1 L.ha<sup>-1</sup> na cultura do feijão-comum, não foi possível aferir significância entre as diferentes doses e

a testemunha sem aplicação do bioestimulante para a variável produtividade. Apesar disso, foi possível verificar que o uso de bioestimulantes resultou em maior rendimento econômico nas doses 0,25 e 0,50 L.ha<sup>-1</sup>. No entanto, nas maiores doses, observou-se declínio na receita bruta (SOUZA et al., 2023). Resultados semelhantes também foram encontrados no trabalho com uso de bioestimulantes, onde não resultou em aumento significativo na produtividade do feijoeiro (FRASCA et al., 2020; SILVA et. al 2016).

Após Análise de Variância, para componentes de qualidade de sementes foi possível detectar diferença entre cultivares e doses no Índice de Velocidade de Emergência, % de Germinação e Comprimento de Plântulas, Massa Seca de Plântula (P-valor < 5 %). Deste modo, foi realizado o desdobramento da interação, mas não foi possível encontrar um modelo matemático que explicasse o comportamento dos dados ajustando-se portanto, a linha média para Índice de Velocidade de Emergência e de Germinação (Figura 3).

Figura 3 - Relação entre a variável Speed Advantage® (mL.ha<sup>-1</sup>) Índice de Velocidade de Emergência e % de Germinação, Comprimento de Plântulas, duas cultivares de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*) (BRS Estilo e BRS Esplendor).





Fonte: Autores.

Os resultados indicam que não houve interação entre as cultivares e doses para índice de velocidade de emergência, e a % de germinação seguiu comportamento semelhante (Figura 3), de modo que a cultivar BRS Esplendor alcançou médias de 91% no índice de velocidade de emergência, enquanto o BRS Estilo obteve 88%. Já para a germinação, o cultivar BRS Esplendor manteve taxa de germinação superior, com média de 94%, em relação ao BRS Estilo, que obteve média de 89%. Nenhum modelo avaliado, linear ou quadrático, ajusta-se aos dados. Esses resultados sugerem que a aplicação do Speed Advantage® não comprometeu a germinação ou o índice de velocidade de emergência, mantendo-se dentro de uma faixa estável ao longo das doses testadas.

O comprimento de plântula das cultivares de feijão-comum BRS Estilo e BRS Esplendor o modelo que mais se ajustou aos dados foi quadrática crescente com o aumento das doses do bioestimulante Speed Advantage®, com posterior decréscimo a partir de uma dose ótima, indicando comportamento típico de máxima eficiência fisiológica. A cultivar BRS Estilo atingiu o maior comprimento de plântula (10,7cm) com a dose estimada de 495 mL·ha⁻¹, enquanto para a BRS Esplendor a dose máxima eficiente foi de 675 mL·ha⁻¹, resultando em um comprimento de aproximadamente 11,9 cm. Os coeficientes de determinação das equações de regressão ajustadas foram 0,8673 e 0,6060, respectivamente, evidenciando maior ajuste para a cultivar BRS Estilo. Esses resultados indicam que doses moderadas do bioestimulante favorecem o crescimento inicial das plântulas, porém, em concentrações mais elevadas, há provável saturação ou interferência negativa nos processos fisiológicos, o que reforça a importância da definição de doses específicas para cada cultivar.

A massa seca de plântulas das cultivares BRS Estilo e BRS Esplendor, também tiveram o modelo quadrático como o que melhor representou comportamento das cultivares em relação às doses do bioestimulante Speed Advantage®, indicando a existência de uma dose máxima eficiente (DME)

para cada genótipo. A cultivar BRS Estilo apresentou maior acúmulo de massa seca com a aplicação de aproximadamente  $476 \text{ mL}\cdot\text{ha}^{-1}$  e massa seca de plântula de 346 mg, enquanto para a BRS Esplendor a dose ótima foi de  $531 \text{ mL}\cdot\text{ha}^{-1}$  e 333 mg. O padrão de resposta confirma o efeito benéfico do bioestimulante em promover o crescimento inicial das plântulas, refletido no maior acúmulo de biomassa, especialmente em doses intermediárias. Entretanto, doses elevadas podem causar efeitos inibitórios, possivelmente por excesso de estímulos hormonais ou desbalanços metabólicos. Esses resultados reforçam a necessidade de calibração de doses específicas para cada cultivar visando otimizar o desempenho fisiológico nas fases iniciais de desenvolvimento.

Em estudo realizado por Silva et al. (2012), avaliando diferentes concentrações do Fertiactyl® LEG no crescimento inicial de soja e feijão, foi constatado aumento expressivo na produção de matéria seca das raízes. O uso do bioativador proporcionou acréscimos de 46% na massa seca das raízes de feijão e de 60% nas de soja, quando comparado ao tratamento controle. O tratamento das sementes com bioestimulante resultou em plântulas com maior comprimento, porém houve redução na germinação, na velocidade de germinação e na emergência. Por outro lado, o uso de condicionamento com água associada ao bioestimulante possibilitou a manutenção de percentual germinativo superior a 80% mesmo após quatro meses de armazenamento em ambiente natural. A cultivar BRS Horizonte destacou-se com os melhores índices de qualidade fisiológica, reflexo da elevada qualidade inicial do lote (RAMOS et. al, 2015).

O bioestimulante favoreceu a germinação das sementes de feijão-comum. O tratamento com 10 mL de bioestimulante por kg de sementes proporcionou o aumento da porcentagem e da velocidade de germinação, bem como o alongamento da parte aérea e das raízes, além de promover o incremento da biomassa fresca e seca das raízes. Esses resultados sugerem que a utilização de bioestimulante é uma estratégia promissora para melhorar a germinação das sementes de feijão-comum (WYLOT et. al, 2019)

## 5 CONCLUSÃO

A aplicação foliar do bioestimulante Speed Advantage® influenciou significativamente o desempenho fisiológico e produtivo das cultivares BRS Estilo e BRS Esplendor. A dose de máxima eficiência variou conforme a variável analisada, sendo as faixas de  $380$  a  $500 \text{ mL}\cdot\text{ha}^{-1}$  as mais promissoras para otimizar índices fisiológicos e a produtividade. Portanto, o uso racional de bioestimulantes representa uma estratégia eficiente e sustentável para o cultivo de feijão-comum em Goiás.

## REFERÊNCIAS

- ALBRECHT, L. P. et al. Biorregulador na composição química e na produtividade de grãos de soja. Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, v. 43, n. 4, p. 774-782, 2012.
- BATISTA FILHO, C. G. et al. Efeito do Stimulate nas características agronômicas da soja. Acta Iguazu, Cascavel, v. 2, p. 76-86, 2013.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395 p.
- CASTIANO, B. U. L.; KIMURTO, P. K.; Ojwang, P. P. O. Combining ability of common bean (*Phaseolus vulgaris*) genotypes for root traits across diverse environments. Plant Breeding, v. 142, n. 1, p. 74-85, 2023.
- CERVEIRA, R.; POMPEU, G. B.; CUNHA, C. F. Percepção sobre adoção de tecnologia dos bioinsumos dos produtores rurais de grãos da região do Cerrado Brasileiro. Revista Delos, [S. l.], v. 18, n. 63, p. e3546, 2025.
- COLLA, C. E. K.; ROSA, H. A. Correlação de diferentes índices de vegetação com índice de clorofila e produtividade da cultura da soja. Revista Thêma et Scientia, v. 14, n. 2E, p. 26–27, 2024.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos, Brasília, DF, v. 11, safra 2023/24, n. 12 décimo segundo levantamento, setembro 2024. Disponível <Conab - Boletim da Safra de Grãos> acesso em 11 out. de 2024.
- CORZO-RÍOS, L. J. Effect of cooking on nutritional and non-nutritional compounds in two species of *Phaseolus* (*P. vulgaris* and *P. coccineus*) cultivated in Mexico. International Journal of Gastronomy and Food Science, [S.l.], v. 20, p. 100206, 2020.
- DALL AGNOL, W. F. et al. Comportamento agronômico da cultura da soja em função de diferentes doses de bioestimulante via semente. Ciências Agrárias: o avanço da ciência no Brasil, v. 5, p. 115–129, 2022.
- DOURADO NETO, D. et al. Ação de bioestimulante no desempenho agronômico de milho e feijão. Bioscience Journal, Uberlândia, v. 30, supl. 1, p. 371-379, jun. 2014.
- EL-NAKHEL, C. et al. Effect of biostimulant application on plant growth, chlorophylls and hydrophilic antioxidant activity of spinach (*Spinacia oleracea* L.) grown under saline stress. Horticulturae, [S.l.], v. 8, n. 10, p. 971, 2022.
- FRASCA, L. L. de M. et al. Bioestimulantes no crescimento vegetal e desempenho agronômico do feijão-comum de ciclo super precoce. Revista, v. 13, n. 47, p. 27-41, D, 2020.
- HAMMAMI, H. et al. The behavior of heavy metals in relation to their influence on the common bean (*Phaseolus vulgaris*) symbiosis. Environmental and Experimental Botany, v. 193, p. 104670, 2022.

JINDO, K. et al. Application of biostimulant products and biological control agents in sustainable viticulture: A review. *Frontiers in Plant Science, Sec. Plant Symbiotic Interactions*, v. 13, 17 out. 2022.

LARA-ACOSTA, D. et al. Pectimorf® e Azofert-F® no crescimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). *Culturas Tropicais*, Havana, v. 40, n. 4, 2019.

MANDAL, S; A, U et al. Biostimulants and environmental stress mitigation in crops: A novel and emerging approach for agricultural sustainability under climate change. *Environmental Research*, v. 233, 2023

MINIKOWSKI, A. L. Avaliação da produtividade de soja em resposta à utilização de fertilizantes foliares. 2018. Monografia (Graduação) – UTFPR, 24 f.

MORALES-GUEVARA, D. et al. Efecto del QuitoMax® en plantas de *Phaseolus vulgaris* L. sometidas a dos regímenes de riego. II. variables fisiológicas. *Cultrop*, La Habana, v. 38, n. 4, p. 92–101, 2017.

MYSTKOWSKA, Iwona. The Effect of Biostimulants on the Chlorophyll Content and Height of *Solanum tuberosum* L. Plants. *Journal of Ecological Engineering*, Biała Podlaska, v. 23, n. 9, p. 72–77, 2022.

PEDÓ, T. et al. Correlación entre caracteres fisiológicos e agronómicos para tomateiro. *Revista de la Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Plata*, v. 120, n. 1, p. 1–10, 2021. DOI: <https://doi.org/10.24215/16699513e068>.

PELACANI, R. P. et al. Efeito de biorreguladores na germinação e emergência de sementes de soja com diferentes videntes. *Revista Campo Digital*, v. 11, n. 1, p. 62–69, 2016.

RAMOS, A. R. et al. Bioestimulante no condicionamento fisiológico e tratamento de sementes de feijão. *Revista Biociências*, Universidade de Taubaté, v. 21, n. 1, p. 76–88, 2015.

SILVA, A. N. da et al. Efeito da concentração de Fertiactyl LEG no desenvolvimento inicial de soja e feijão. In: *Anais do XVII Seminário Interinstitucional de Ensino, Pesquisa e Extensão*, Cruz Alta – RS: Unicruz - Centro Gráfico, 2012.

SILVA, R. S. et al. Morfologia e produção de feijão comum em função da aplicação de bioestimulante. *Scientia Plena*, v. 12, n. 10, 2016.

SOUZA, D. M. G. de; LOBATO, E. Cerrado: correção do solo e adubação. 2. ed. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2002. 195 p.

SOUZA, G. M. de et al. Análise econômica do uso de bioestimulantes na cultura do feijão em diferentes métodos de aplicação. *Brazilian Journal of Science*, v. 2, n. 2, p. 24–31, 2023.

TAIZ, L. et al. *Fisiologia Vegetal*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p.

WYLOT, E. Avaliação da germinação de feijão submetido a diferentes tratamentos com bioestimulante. 2018. Monografia (Graduação) – UFFS, 31 p.

WYLOT, E. et al. Germinação de sementes de Phaseolus vulgaris L. submetidas a diferentes tratamentos com bioestimulante. Revista Brasileira Multidisciplinar, [S. l.], v. 22, n. 1, p. 121–130, 2019.

YOKOYAMA, A. H. et al. Evolução do índice de área foliar e índice de SPAD na soja influenciada por formas de uso do solo na entressafra e adubação nitrogenada na cultura. Mais Soja, 2018. Disponível em: <https://maissoja.com.br/evolucao-do-indice-de-area-foliar-e-indice-de-spad-na-soja-influenciada-por-formas-de-uso-do-solo-na-entressafra-e-adubacao-nitrogenada-na-cultura/>. Acesso em: acesso em 13 dez 2024