



EFICIÊNCIA TÉCNICA DA UTILIZAÇÃO DE BIOFERTILIZANTE NA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA¹

EDUARDO HENRIQUE GOMES FERREIRA²; PAULO RICARDO MACHADO
DA SILVA²; GUILHERME ZANCANARO MULLER²; PATRICK GONÇALVES
MARIANI²; LEONARDO MARCHEZZAN²; LUIS PAULO BALDISSERA
SCHORR³

Resumo: A crescente demanda por soja, combinada à necessidade de produzir alimentos de maneira mais sustentável. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi caracterizar o efeito de diferentes doses de um biofertilizante na qualidade fisiológica de sementes de soja. O estudo foi conduzido sob delineamento inteiramente casualizado, testando seis doses (0, 1, 2, 3, 4 e 5 mL·kg⁻¹) do biofertilizante Send® no tratamento de sementes da cultivar de soja DM 56159 RSF IPRO. As sementes tratadas foram avaliadas por meio do Teste de Vigor e Germinação em papel germitest, conforme a Regra de Análise de Sementes (RAS). As variáveis mensuradas foram vigor, germinação, plântulas anormais, comprimento da parte aérea e comprimento da radícula. Os dados coletados foram analisados por Análise de Variância (ANOVA) e, quando significativo, por análise de regressão. Os resultados demonstraram efeitos significativos para as variáveis vigor, germinação, plântulas anormais e comprimento da parte aérea. Essas variáveis apresentaram um padrão de resposta quadrático, indicando que a máxima eficiência técnica foi observada em doses próximas de 2,0 a 2,5 mL·kg⁻¹. Doses entre 2,0 e 2,5 mL·kg⁻¹ são indicadas para maximizar a germinação e o vigor inicial da cultura.

Palavras-chave: Bioestimulantes. *Glycine max*. Tratamento de sementes.

¹ Artigo apresentado para a VII Mostra de Iniciação Científica do CESURG. Ano 2025.

² Acadêmicos do Centro de Ensino Superior Riograndense – pauloricmachado@outlook.com
eduardogomesferreira94@gmail.com quimuller1006@gmail.com patrickmariani@cesurg.com
marchezzanleonardo@gmail.com

³ Docente do Centro de Ensino Superior Riograndense – luis.schorr@cesurg.com



1 INTRODUÇÃO

A safra brasileira de grãos 2024/2025 atingiu um recorde histórico de produção, com estimativa de 332,9 milhões de toneladas ao final do ciclo. Esse avanço representa um aumento aproximado de 12,4% em relação à safra anterior, resultado tanto da expansão da área cultivada quanto do incremento na produtividade média (CONAB, 2025). Dentre as principais culturas, a soja destaca-se como o principal produto da agricultura nacional, consolidando o Brasil como um dos mais importantes atores no comércio mundial de commodities agrícolas.

Considerando a relevância econômica e social dessa cultura, a busca por maiores produtividades tem levado os produtores a adotarem novas tecnologias de manejo, especialmente em um contexto de crescente demanda por eficiência e sustentabilidade na agricultura. Nesse cenário, o uso de fertilizantes orgânicos tem se destacado como uma alternativa promissora, visto que se configuram como ferramentas eficazes na otimização da produtividade e qualidade da cultura, além de contribuírem para sistemas de produção mais sustentáveis e resilientes.

A utilização desses produtos no tratamento de sementes de soja tem demonstrado inúmeros benefícios para o desenvolvimento inicial e a produtividade das plantas. Pesquisas indicam que sua aplicação aumenta o rendimento final da soja, melhorando a germinação e o estabelecimento das plântulas (BERTOLIN et al., 2010; CALVO et al., 2014). Segundo Cavalcante et al. (2020), os bioinsumos são capazes de ampliar a tolerância das plantas ao déficit hídrico, promovendo melhorias fisiológicas e aumentos expressivos de produtividade. Além disso, esses produtos podem modular respostas fisiológicas, maximizando o uso de recursos e contribuindo para a sustentabilidade agrícola (DU JARDIN, 2015). Entre as vantagens observadas, destacam-se o estímulo ao crescimento radicular, a melhoria na absorção de nutrientes e a proteção celular contra danos (PERUCHINI; RUPOLLO, 2020).

Diante dos efeitos comprovados desses produtos e da crescente necessidade de práticas agrícolas sustentáveis, o uso de biofertilizantes vem



ganhando cada vez mais espaço no setor agrícola. Esses insumos se mostram fundamentais para um manejo eficiente e ambientalmente correto, representando uma alternativa viável à redução do uso de fertilizantes químicos nos cultivos. Contudo, a grande diversidade de produtos disponíveis no mercado e a variação nas doses recomendadas dificultam a escolha adequada pelos produtores.

Dessa forma, justifica-se a realização deste estudo a fim de analisar-se a utilização de bioinsumos em diferentes doses exerce efeito significativo sobre a cultura da soja, considerando seu potencial para promover o desenvolvimento sustentável e o aprimoramento dos sistemas produtivos.

Neste contexto, testa-se a hipótese de que a aplicação de biofertilizante na cultura da soja resulta em efeito benéfico sobre a qualidade fisiológica das sementes. Assim, o objetivo deste trabalho é avaliar o efeito de diferentes doses de um biofertilizante na qualidade fisiológica de sementes de soja.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido no Laboratório Multidisciplinar do Centro De Ensino Superior Riograndense – CESURG Sarandi, sob Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), utilizando 6 tratamentos (doses) e 8 repetições. Os tratamentos consistirão nas doses 0, 1, 2, 3, 4 e 5 ml.kg⁻¹ de semente do biofertilizante Send® da Empresa Stoller. A cultivar de soja a ser utilizada neste tratamento foi a DM 56I59 RSF IPRO.

O tratamento de semente foi realizado nas doses descritas acima, com auxílio de uma pipeta graduada. As sementes foram acondicionadas em sacos plásticos transparentes, que foram inflados e agitados durante três minutos a fim de uniformizar a distribuição do produto sobre as sementes. Todavia, para a dose 0 ml.kg⁻¹ de sementes, este procedimento foi realizado utilizando-se de água destilada no lugar do produto.

Posteriormente, foi conduzido o Teste de Germinação (TG) conforme a Regra de Análise de Sementes (RAS) (BRASIL, 2009), utilizando 8 repetições de 50 sementes. As sementes tratadas foram distribuídas em papel germitest



umedecido com água destilada, em uma quantidade de água equivalente a 3 vezes a massa do papel seco. Após isso, foram confeccionados rolos de papel, os quais foram submetidos à câmara de germinação (BOD) regulada a 25 °C. A avaliação foi realizada no quinto e oitavo dia, sendo mensuradas as seguintes variáveis:

- a) Vigor (%): Avaliado no quinto dia, contabilizando o número de plântulas normais.
- b) Germinação (%): Avaliada no oitavo dia, contabilizando o número de plântulas germinadas.
- c) Plântulas anormais (%): Avaliada no oitavo dia, contabilizando o número de plântulas que não podem ser consideradas normais. Essas são caracterizadas por apresentar desenvolvimento inadequado, como deformidades, crescimento deficiente, estruturas ou deficiências, que comprometem sua capacidade de se estabelecer e crescer de forma saudável, ou seja, aquelas que não atendem aos padrões de qualidade esperados para a germinação.
- d) Comprimento da parte aérea (cm): Seleção aleatória de 5 plântulas normais por repetição, sendo obtido o comprimento pela mensuração da distância entre a inserção da porção basal da radícula primária e o ápice da parte aérea, mensurado em cm com auxílio de régua.
- e) Comprimento da radícula (cm): Seleção aleatória de 5 plântulas normais por repetição, sendo obtido pela mensuração da distância entre a parte apical e basal da radícula primária, mensurado em cm com auxílio de régua.

Os dados coletados foram tabulados e analisados quando aos pressupostos de normalidade, independência e homogeneidade de variâncias pelos testes de Shapiro-Wilk, Durbin-Watson e Bartlett, e em caso de não cumprirem tais pressupostos, os dados foram transformados. Em seguida, foi realizado a análise de variância (ANOVA) verificando o efeito das doses nas variáveis mensuradas, quando o efeito se mostrou significativo foi realizada a



análise de regressão. Todo o processamento dos dados foi efetuado com auxílio do software R.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

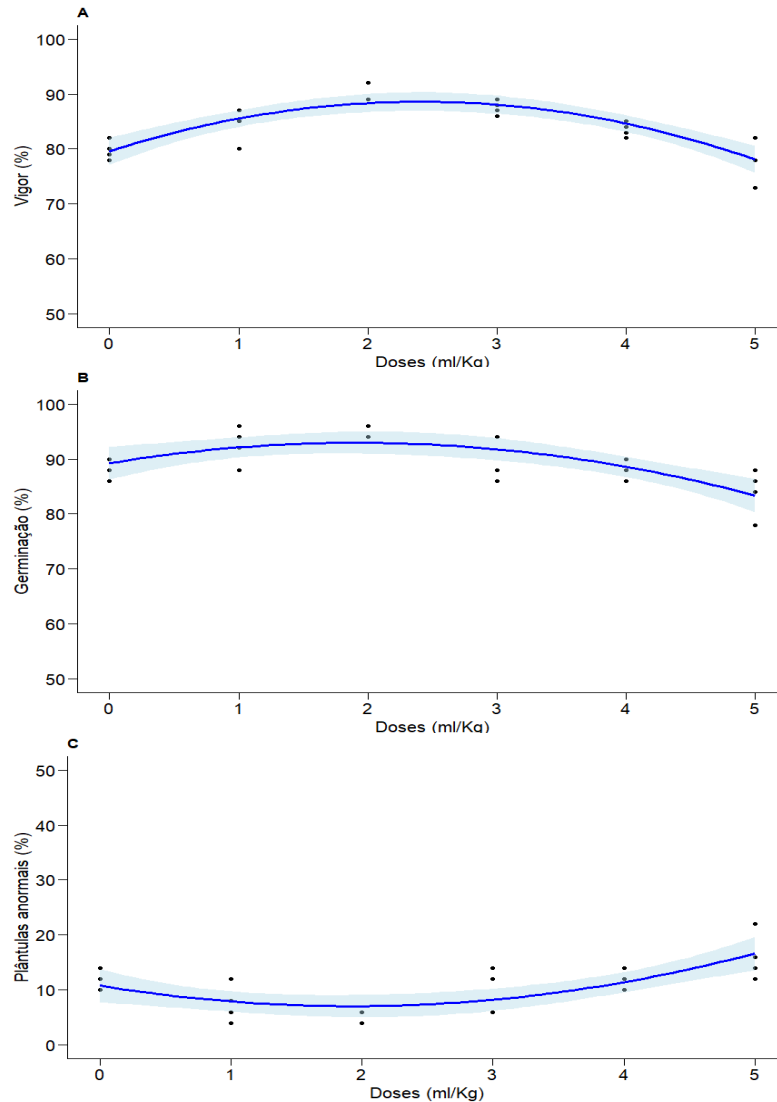
Este trabalho identificou que o uso de diferentes doses de biofertilizante tem um efeito significativo quanto às principais variáveis de qualidade fisiológica de sementes de soja. A Figura 1 apresenta os efeitos de diferentes doses de biofertilizante sobre o vigor (%), germinação (%) e o percentual de plântulas anormais (%).

Para o vigor de sementes (Figura 1A) observou-se efeito estatístico significativo ($Pr > F_c = 0,0001$ e $CV = 2,9\%$). Esta variável obteve uma tendência quadrática com o incremento das doses do produto, verificando o ponto de máxima eficiência técnica, aproximadamente $2,5 \text{ ml.kg}^{-1}$, enquanto que doses mais elevadas ocasionaram a redução do vigor das sementes, comprometendo o desempenho inicial de sementes de soja. A equação gerada para a variável foi $VIG = 79,5804 + 7,4973 \cdot \text{dose} - 1,5580 \cdot \text{dose}^2$ com $R^2 = 0,92$.

Um comportamento similar foi evidenciado para a germinação das sementes (Figura 1B), apresentando efeito quadrático e significativo ($Pr > F_c = 0,0001$ e $CV = 3,2\%$), onde os maiores percentuais de germinação ocorrem em doses próximas de $2,0 \text{ ml.kg}^{-1}$. Logo, doses superiores resultam na diminuição do percentual, conforme descreve a equação $GEM = 89,2321 + 3,8732 \cdot \text{dose} - 1,0089 \cdot \text{dose}^2$ com $R^2 = 0,80$.

Como esperado, para plântulas anormais (Figura 1C) obteve-se um comportamento inverso da germinação, com um comportamento quadrático em "U", o que demonstra que doses intermediárias (próx 2 ml.kg^{-1}) resultam em menor anomalias e deformações nas plântulas. Para essa variável obteve-se resultado significativo ($Pr > F_c = 0,006$, $CV = 28,1\%$) e equação $PA = 10,7679 - 3,8732 \cdot \text{dose} + 1,0089 \cdot \text{dose}^2$ com $R^2 = 0,80$.

Figura 1: (A) Vigor (%), (B) Germinação (%) e (C) Plântulas anormais (%) de sementes de soja tratadas com diferentes doses de biofertilizante.

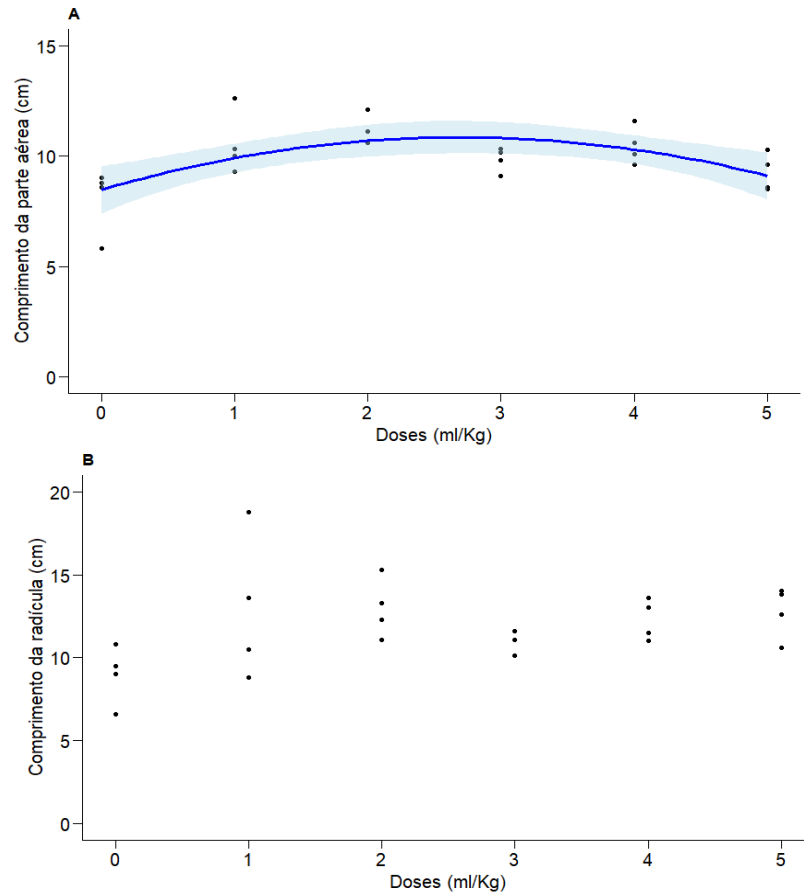


Fonte: Autor, 2025.

Entre as variáveis biométricas analisadas, o comprimento da parte aérea de plântulas (Figura 2A) foi influenciado significativamente pela utilização de diferentes dosagens do produto ($Pr > F_c = 0,008$ e CV 10,6%). Novamente, ocorreu uma tendência quadrática explicada pela equação $CPA = 8,4679 + 1,7645 * dose - 0,3272 * dose^2$ com $R^2 = 0,71$.

Todavia, para o comprimento da radícula (Figura 2B), não se identificou efeito estatístico significativo ($Pr > F_c = 0,13099$ e CV = 18,8%), destacando que nas condições deste trabalho a pequena variação existente nesta variável ocorreu ao acaso e não pela utilização do produto.

Figura 2: (A) Comprimento da parte aérea (cm) e (B) comprimento da radícula (cm) de plântulas provenientes de sementes de soja tratadas com diferentes doses de biofertilizante.



Fonte: Autor, 2025.

Os resultados observados neste estudo corroboram com Silva, Oliveira e Neres (2018), os quais no uso de substâncias bioativas verificam aumento na germinação, crescimento inicial de plântulas e nodulação radicular comparadas à testemunha. Peruchini e Rupollo (2020) desenvolvendo estudos laboratoriais demonstram que o uso de bioestimulantes à base de aminoácidos influencia positivamente a germinação de sementes de soja. Os autores aplicaram bioestimulantes comerciais diretamente em sementes de soja e observaram aumento significativo nas taxas de germinação e no vigor inicial, utilizando testes como condutividade elétrica e primeira contagem de germinação.

Aumentos da parte aérea de plântulas também foram evidenciados por Binsfeld et al. (2023), que avaliando diferentes doses do bioestimulante Matriz



G®, identificaram que doses intermediárias proporcionaram os melhores resultados quanto ao comprimento radicular, altura e massa seca da parte aérea, reforçando a ação positiva dos compostos bioativos no estímulo à divisão e alongação celular durante os estágios iniciais da cultura da soja.

O aumento da parte aérea em plântulas de soja tratadas com bioestimulantes à base de aminoácidos está diretamente relacionado à ativação de processos fisiológicos essenciais ao crescimento vegetal. Estudos como o de Teixeira (2016), demonstram que a aplicação de aminoácidos como glutâmico, cisteína e fenilalanina estimula a síntese de proteínas estruturais e enzimáticas, promovendo maior atividade metabólica e divisão celular nos meristemas apicais. Como resultado, observa-se aumento da altura da plântula, área foliar e massa seca da parte aérea, especialmente quando a aplicação ocorre em estágios iniciais de desenvolvimento. Os autores salientam que os aminoácidos atuam como precursores na biossíntese de hormônios vegetais, como auxinas e citocininas, que potencializam a diferenciação celular e o desenvolvimento de tecidos fotossintetizantes, refletindo-se em vigor aéreo superior e maior eficiência na interceptação de luz, fatores determinantes para o estabelecimento inicial da cultura.

O acréscimo das variáveis até a dose de máxima eficiência técnica (2 a 2,5 ml.kg⁻¹) evidenciado nesse trabalho pode ter relação com o aumento da expressão de genes da produção endógena de auxina e citocinina, os quais são hormônios modeladores do desenvolvimento vegetal (MELO, 2002). Isso ocorre pois os aminoácidos são fundamentais para diversas funções fisiológicas das plantas, atuando diretamente na síntese de proteínas e na produção desses hormônios vegetais. Além disso, os aminoácidos atuam diretamente no metabolismo das plantas, participando da síntese de proteínas e de compostos bioativos essenciais ao crescimento vegetal (COLLA et al., 2017).

A aplicação de bioestimulantes em sementes ou durante o desenvolvimento inicial da soja apresenta acréscimo até determinada dose, mas declina quando essa é ultrapassada. Portanto, a resposta aos bioestimulantes geralmente segue uma tendência quadrática, ou seja, ocorre um aumento do crescimento até um limite ótimo, seguido por decréscimo devido a efeitos



fitotóxicos, principalmente ligados à desregulação metabólica pelo excesso de aminoácidos (COLLA et al., 2017).

Doses elevadas de biofertilizantes têm potencial de reduzir o vigor e germinação de sementes de espécies agrícolas, uma vez que ocasionam efeito fitotóxico, ou seja, esses produtos deixam de ser benéficos e acabam por causar efeitos negativos nos processos fisiológicos das sementes. Esse fator é explicado pelas concentrações excessivas de compostos e substâncias como as auxinas, citocininas, etc. Taiz et al. (2017) destacam que o efeito fitotóxico ocasiona um desequilíbrio hormonal, resultando em alteração na permeabilidade das membranas e outros danos estruturais às sementes, prejudicando a qualidade fisiológica.

Outro fator que tem ligação com o decréscimo do vigor e germinação é a possibilidade de doses elevadas desencadearem o estresse oxidativo, caracterizado pelo acúmulo de hidrogênio e radicais livres, os quais ocasionam a peroxidação lipídica das membranas celulares e a degradação de proteínas e ácidos nucleicos, comprometendo a viabilidade e o vigor das sementes.

Entretanto, os resultados não significativos para comprimento da radícula podem ter ligação com o meio em que este experimento foi desenvolvido, ou seja, a ausência de efeitos estatísticos das doses pode ter relação com o ambiente controlado do laboratório. Este é um resultado que já foi documentado em estudos da cultura da soja, onde tratamentos com bioestimulantes não resultaram em efeito significativo para algumas variáveis fisiológicas quando realizados em laboratório (BINSFELD et al., 2014; SANTOS et al., 2020). A justificativa tem relação com a ação dos produtos, os quais conforme Mortele et al. (2008) apresentam resultados acentuados quando as plantas são submetidas às condições de estresses bióticos ou abióticos.

Por fim, este trabalho comprovou a hipótese de que o uso de biofertilizantes em doses adequadas tem potencial de melhorar o desempenho fisiológico de sementes de soja. Assim, indica-se a utilização do produto em doses entre 2,0 e 2,5 ml.kg⁻¹, as quais resultaram nos pontos de máxima eficiência técnica, promovendo maior germinação, diminuição de deformações e aumento do comprimento da parte aérea de plântulas de soja.



4 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste trabalho evidenciam que o uso de diferentes doses de biofertilizantes à base de aminoácidos tem influência significativa sobre a qualidade fisiológica das sementes de soja. Foi verificado um comportamento de resposta com padrão quadrático, tendo máxima eficiência técnica entre as doses 2,0 e 2,5 mL.kg⁻¹, intervalo este que se mostrou ideal para maximizar os benefícios quanto germinação, plântula anormais e comprimento da parte aérea.

Portanto, é importante destacar que o aumento de doses de biofertilizantes não resulta necessariamente em melhores resultados, uma vez que doses superiores ao intervalo citado anteriormente ocasionaram efeitos negativos, os quais comprometem a qualidade fisiológica das sementes de soja. Assim, é necessário o uso racional dos biofertilizantes para que os mesmos promovam melhoria no desempenho da cultura da soja.

5 REFERÊNCIAS

BERTOLIN, D. C. et al. Aumento da produtividade de soja com a aplicação de bioestimulantes. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 2, p.339-347, 2010.

BINSFELD, J. A. et al. Uso de bioativador, bioestimulante e complexo de nutrientes em sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 44, n. 1, p. 88–94, jan./mar. 2014.

BOSISIO, F. A. S. **Manejo de bioestimulante à base de aminoácidos e substâncias húmicas no crescimento e produtividade da cultura da soja**. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Agrônômica) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Dracena, 2024. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/items/3c93caa4-0d97-40dc-ae59-546e60eb7cc1>. Acesso em: 25 jul. 2025.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 61, de 8 de julho de 2020. Estabelece regras sobre definições, exigências, especificações e registro de biofertilizantes. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2020. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-61-de-8-de-julho-de-2020-266802148>. Acesso em: 15 mar. 2025.



BULGARI, R.; FRANZONI, G.; FERRANTE, A. Biostimulants application in horticultural crops under abiotic stress conditions. **Agronomy**, v. 9, n. 6, p. 306, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy9060306>.

CALVO, P.; NELSON, L.; KLOPPER, J. W. Agricultural uses of plant biostimulants. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 383, p. 3–41, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11104-014-2131-8>.

CAVALCANTE, W. S. S. et al. Eficiência dos bioestimulantes no manejo do déficit hídrico na cultura da soja. **Irriga – Inovagri**, v. 25, n. 4, p. 754–763, 2020.

COLLA, G. et al. Biostimulant action of protein hydrolysates: unraveling their effects on plant physiology and growth. **Frontiers in Plant Science**, 2017.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **8º Levantamento da Safra de Grãos 2024/25**. Brasília: CONAB, 2025. Disponível em: <https://www.conab.gov.br>. Acesso em: 30 maio 2025.

DALLA COSTA, M.; PRADO, R. M.; MARTINAZZO, R. Respostas da soja ao manejo de adubação e características do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 43, 2019.

DU JARDIN, P. Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 196, p. 3–14, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021>.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Características da soja**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/soja>. Acesso em: out. 2024.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Tecnologias de Produção de Soja – Região Central do Brasil 2020–2021**. Londrina: Embrapa Soja, 2020.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Soja em números (safra 2023/24)**. Londrina: Embrapa Soja, 2025. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja>. Acesso em: 30 abr. 2025.

HARTMAN, G. L.; WEST, E. D.; HERMAN, T. K. Crops that feed the world 2: Soybean—worldwide production, use, and constraints caused by pathogens and pests. **Food Security**, Dordrecht, v. 3, n. 1, p. 5–17, 2011.



MELO, N. F. Introdução aos hormônios e reguladores de crescimento vegetal. In: Seminário CODA de Nutrição Vegetal, 1., 2002, Petrolina. **Anais...** Petrolina: 2002.

MÓGOR, Á. F.; MÓGOR, G. **Aminoácidos, extratos de algas, extratos vegetais e substâncias húmicas como biofertilizantes.** Piracicaba: Pecege Editora, 2022.

MORTELE, L. M. et al. Efeito da aplicação de biorregulador no desempenho agrônômico e produtividade da soja. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 30, n.1, p. 701-709, 2008.

MOZZAQUATRO, E. M. S. S. et al. Viabilidade econômica da cultura da soja em uma propriedade rural. **Revista Congrega – Mostra de Trabalhos de Conclusão de Curso**, v. 1, p. 806–824, 2017.

OLIVEIRA, N. T. de; SOUSA, S. M. de. **Bioestimulantes à base de substâncias húmicas e aminoácidos promovem o aumento do crescimento de plântulas de milho.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2016. 6 p. (Saberes Sete Lagoas, n. 01/2016).

PERUCHINI, M.; RUPOLLO, C. **Uso de bioestimulantes na cultura da soja.** Disponível em: <https://uceff.edu.br/anais/index.php/agronomia/article/view/336/328>. Acesso em: 3 out. 2024.

SANTOS, L. P. et al. Aplicação de bioestimulante e complexo de nutrientes no tratamento de sementes de soja. **Revista Agri-Environmental Sciences**, Palmas-TO, v. 6, e020001, 2020.

SILVA, A. M. P.; OLIVEIRA, G. P.; NERES, D. C. C. Germinação e vigor de sementes de soja submetidas ao tratamento com substâncias bioativas. **Caderno de Publicações Univag**, n. 8, p. 74-84, 2018.

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

TEIXEIRA, W. F. **Avaliação do uso de aminoácidos na cultura de soja.** 2016. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de



"Resiliência Científica – Desafios e Oportunidades"



Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2016. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde-08062017-165359/publico/Walquiria_Fernanda_Teixeira.pdf. Acesso em: 2 jun. 2025.