HORMOPRIMING EM SEMENTES: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Patricia Alvarez Cabanez[1], Letícia Peixoto Gomes[1], Andrezza da Silva Machado Neto[1], Caio Nepomuceno Verdeiro[2], Rômulo André Beltrame[1], Lucimara Ribeiro Venial[2]

[1]Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Avenida Lourival Martins Beda, 1200, Parque Varanda do Visconde - 28178-000 - Campos dos Goytacazes - RJ, Brasil, patriciacabanez@gmail.com, leticiap.gomes@ufrrj.br, andrezzamachado@ufrrj.br, romulobeltrame@ufrrj.br.
[2]Universidade Federal do Espírito Santo, BR-101, km 60, Litorâneo - 29932-540 - São Mateus - ES, Brasil, caioverdeiro@gmail.com, venialluci@gmail.com.

Resumo
O hormopriming consiste na aplicação exógena de hormônios vegetais que podem estimular a embebição e modificar o metabolismo das sementes. Este trabalho teve como objetivo realizar uma revisão de literatura sobre o uso da técnica de condicionamento fisiológico com reguladores de crescimento em sementes. A metodologia consistiu em levantamento bibliográfico em bases científicas, utilizando palavras-chave relacionadas ao fitormônios e condicionamento fisiológico. Os resultados evidenciam que o condicionamento de sementes com fitormônio ou regulador de crescimento representa uma alternativa viável e sustentável, otimizando a germinação e crescimento das plantas. Diversos estudos mostraram que o uso de hormopriming apresentaram efeito significativo no desempenho fisiológico e no estabelecimento inicial da plântula. Conclui-se que a utilização da técnica de hormopriming é eficiente para otimizar a germinação e crescimento de plantas e melhorar a resistência ao frio e ao estresse por déficit hídrico.

Palavras-chave: Fitormônios. Reguladores de crescimento. Condicionamento fisiológico. Qualidade de sementes.

Área do Conhecimento: Ciências Agrárias / Agronomia

Introdução

O uso de sementes de alta qualidade maximiza o potencial genético das culturas, resultando em maior produtividade e resiliência aos desafios ambientais (Finch-Savage; Bassel, 2016), melhorando a adaptação às condições climáticas e de crescimento adversas, maior resistência a pragas e patógenos, e uniformidade no crescimento e na maturação das plantas (Wimalasekera, 2015). A avaliação da qualidade das sementes é fundamental para assegurar sua viabilidade e o desempenho das culturas, utilizando diversas técnicas conforme descrito nas Regras para Análise de Sementes (RAS). Essas técnicas são importantes instrumentos de orientação para a tomada de decisão quanto à semeadura e manejo, contribuindo para a sustentabilidade da produção agrícola (Brasil, 2009).

O potencial fisiológico, componente fundamental da qualidade das sementes, é de grande importância para o estabelecimento adequado do estande, uma vez que está relacionado à capacidade das sementes de germinar, emergir e produzir plântulas normais, além de possibilitar a avaliação de seu desempenho inicial (Marcos Filho, 2013). Sementes com alto potencial fisiológico são mais efetivas na mobilização de suas reservas energéticas (Forti et al., 2018), permitindo germinação rápida e uniforme, com possibilidade de produção de plantas de maior qualidade e uniformes em condições de campo (Marcos Filho, 2015).

O condicionamento fisiológico de sementes é uma técnica de tratamento pré-germinativo que favorece a ativação de mecanismos antioxidantes e de reparo do DNA, os quais mantêm a integridade genômica e o vigor de sementes (Macovei et al., 2017). A técnica de priming consiste na embebição controlada das sementes, promovendo a ativação de processos metabólicos relacionados à germinação e contribuindo para a redução dos efeitos do envelhecimento e a melhoria do desempenho fisiológico das sementes (Araújo et al., 2025). O priming de sementes pode ser realizado usando água ou agentes de priming como sais, moléculas antioxidantes e bioativas, microrganismos benéficos, fitohormônios (hormopriming) e nanopartículas (nanopriming) (Pagano et al., 2023). O hormopriming

consiste na aplicação exógena de reguladores de crescimento que podem estimular a embebição e modificar o metabolismo das sementes (Bryksová et al., 2020). Os reguladores de crescimento de plantas mais usados na técnica de hormopriming são ácido abscísico, giberelinas, citocininas, auxinas, etileno e brassinosteroídes (De Diego; Spíchal, 2020).

O presente trabalho tem como objetivo realizar uma revisão de literatura sobre o uso da técnica de condicionamento fisiológico com reguladores de crescimento em sementes, considerando que a qualidade da semente é um dos fatores responsáveis pela obtenção de elevados rendimentos da cultura.

Metodologia

O presente estudo foi realizado a partir de uma revisão bibliográfica na base de dados da Science Direct e do Google Acadêmico, assim como em comunicados técnicos, livros e resumos científicos, selecionando artigo pertinentes à pesquisa, considerando aqueles mais relevantes.

Nas plataformas, foram utilizadas palavras-chave específicas, tais como: condicionamento fisiológico, tratamento pré-germinativo, priming, qualidade de sementes, qualidade fisiológica e vigor, sendo transcritas para o inglês, respeitando o recorte temporal de 2020 a 2026.

A triagem dos resultados foi feita manualmente, considerando a correspondência com o tema e objetivos desta pesquisa. Os dados obtidos foram analisados quanto ao seu conteúdo e apresentados em forma de texto.

Resultados

Observou-se, através desta pesquisa bibliográfica, que a utilização da técnica de hormopriming deve considerar a dose do fitormônio ou regulador de crescimento utilizada, visando garantir germinação e vigor adequados.

A partir deste estudo, observa-se que o uso do hormopriming em sementes foi eficiente e garantiu potencialização da germinação e do desenvolvimento inicial das plântulas. A melhoria da qualidade das sementes, por meio de práticas como o hormopriming, representa um avanço significativo para melhorar a germinação, o vigor das plântulas e a resistência a estresses abióticos (Jesus, 2025).

O condicionamento de sementes com fitormônio ou regulador de crescimento representa uma alternativa viável e sustentável, otimizando a germinação e crescimento das plantas.

O uso da técnica de condicionamento fisiológico com uso de hormônios vegetais apresenta um importante papel na promoção do crescimento e desenvolvimento da planta sob condições de estresse hídrico e em baixas temperaturas.

Discussão

A integração de novas tecnologias de tratamento de sementes visa garantir a produção agrícola mais eficiente e sustentável, principalmente considerando o cenário atual de mudanças climáticas e desafios ambientais crescentes (Jesus, 2025). Nesse sentido, o uso da técnica de priming mostra-se promissora pois consiste num tratamento pré-semeadura em sementes, baseado na hidratação controlada seguida de secagem até o grau de umidade original (Szabó et al. 2023; Ahmad et al. 2023), garantindo a ativação de processos metabólicos nas sementes, estimulando a respiração, a síntese de enzimas e hormônios, e a mobilização de reservas. Assim, há aumento na taxa de germinação, na velocidade de emergência de plântulas e na uniformidade do estabelecimento da cultura (Sano et al., 2017; Paparella et al., 2015).

O hormopriming é uma das técnicas de priming em que a embebição das sementes ocorre com o uso de hormônios vegetais. Os fitormônios são importantes para o crescimento das plantas e a aplicação exógena desses compostos, em concentrações adequadas, tornou-se prática convencional para estimular o desenvolvimento vegetal (Jesus, 2025).

Diversos estudos mostraram que o uso de hormopriming apresentaram efeito significativo no desempenho fisiológico e no estabelecimento inicial da plântula, sendo que alguns desses benefícios são mantidos durante o armazenamento das sementes.

Araújo et al. (2025) observaram que o condicionamento fisiológico com doses de giberelina de 50 mg L^{-1} e 100 mg L^{-1} foi benéfico na germinação, velocidade de emergência, crescimento de parte aérea

e de raiz e massa seca de parte aérea e de raiz de sementes de soja. Esses benefícios foram mantidos por até 90 dias de armazenamento em câmara fria e seca.

Božilović et al. (2023) estudaram sementes de milho e diferentes concentrações de 24-epibrassinolide (24-EBL), fitohormônio pertencente ao grupo dos brassinosteroídes, e observaram que concentrações mais elevadas de 24-EBL inibiram a germinação e que concentrações mais baixas e médias apresentaram efeito positivo nos estágios iniciais do desenvolvimento das plântulas.

Liu et al. (2022) observaram diferença no alongamento do hipocótilo em função da aplicação exógena de brassinosteroides (24-epibrassinolide) em aipo (*Apium graveolens*), em que há aumento significativo com o uso da concentração de 1,24 x 10^{-6} mol L^{-1} e redução com 2,08 x 10^{-6} mol L^{-1}. Esse resultado mostra que a resposta depende da concentração do hormônio vegetal utilizado, indicando que variações nas concentrações hormonais exercem efeitos contrastantes no crescimento e metabolismo das plantas. Os brassinosteroides alteram receptores localizados na membrana celular, desencadeando a ativação de vias de sinalização que influenciam processos de crescimento e diferenciação das células radiculares e, assim, estimulam alongamento celular (Božilović et al., 2023).

O pré-tratamento de sementes de feno-grego (*Trigonella foenum-graecum*) com ácido giberélico e a hidropriming resultaram em melhor desempenho de germinação e equilíbrio do estado redox das sementes, isso ocorre em função de ativação de certas vias de sinalização celular, promovendo mudança na expressão gênica que precisa ser mais bem elucidada (Gueridi et al., 2024).

O condicionamento de sementes de algodão com 20 mg L^{-1} de ácido indolacético (AIA) melhorou a germinação e promoveu o crescimento das plântulas por meio da regulação dos níveis de fitormônios endógenos, potencialização do metabolismo da sacarose e promoção da fotossíntese das plântulas (Zhao et al., 2020).

O uso de fitormônios no priming promove a regulação de uma série de mecanismos bioquímicos, auxiliando as plantas em condições de estresse. O hormopriming permite que a planta enfrente condições adversas e, mesmo assim, mantenha uma germinação uniforme e uma recuperação em situações de estresse (Biswas et al., 2023).

O condicionamento de sementes de milho com brassinolide apresentou efeitos benéficos na germinação, vigor e crescimento inicial das plântulas e, também, melhorou o desempenho fotossintético e trocas gasosas nas plântulas, nas concentrações 0,5 e 1 µM. Nesse trabalho, o hormopriming com brassinolide incrementou a germinação sob condições de estresse hídrico e por frio (Jesus, 2025). Ainda de acordo com a autora, observou-se efeitos sobre a anatomia e metabolismo das sementes, com aumento na atividade da α-amilase nas sementes condicionadas.

O condicionamento fisiológico com o uso de 28-epibrassinolide a 0,0001% em sementes de arroz aumentou os teores de açúcares solúveis e proteínas, a atividade de enzimas antioxidantes, o teor de glutationa reduzida (GSH) e a razão glutationa reduzida com a oxidada (GSH/GSSG), além de regular a expressão de genes relacionados à sinalização da sacarose, à sinalização do Ca^{2+}, à via de sinalização do ácido abscísico (ABA), à síntese de antioxidantes e à integridade da membrana, melhorando a resistência ao frio em plântulas de arroz (Xu et al., 2022).

A aplicação de brassinosteroíde 1 µM em sementes de arroz aumentou a taxa de germinação em condições de baixa temperatura. Nesse trabalho também foi observado que o gene de biossíntese brassinosteroíde, OsD2, é o gene causal para a germinação em baixa temperatura (Kim et al., 2022).

O hormopriming em sementes de amendoim com brassinosteroíde na concentração de 1 ppm em condição de estresse por déficit hídrico proporcionou a melhoria da capacidade de tolerância a esse estresse, otimizando os níveis das enzimas oxidativas (Savaliya et al., 2013). Resultado semelhante foi obtido por Huang et al. (2020), com o uso de brassinosteroíde no condicionamento fisiológico de sementes de amendoim, em que ocorreu indução de maior tolerância à seca em plantas de amendoim e aumento dos componentes de rendimento por meio da regulação da expressão gênica na transdução de sinais hormonais e na fotossíntese. De acordo com estes autores, é possível que o condicionamento com brassinosteroíde melhore o enchimento das sementes após a recuperação hídrica em plantas de amendoim.

A aplicação de brassinosteroides em sementes de milho melhorou o crescimento dos genótipos de milho e ativou diversos genes responsivos ao estresse. Os brassinosteroides compensaram as alterações tóxicas induzidas pelo estresse hídrico e melhoraram o crescimento radicular, o crescimento da parte aérea e os teores de clorofila, demonstrando o papel fundamental dos brassinosteroides na promoção do crescimento da planta sob condições de estresse hídrico (Gillani et al., 2022).

A técnica de priming potencializa a germinação através do aumento do metabolismo fisiológico, como a atividade da α-amilase, aumento do conteúdo solúvel e de prolina durante a germinação. Este processo potencializa o vigor das mudas tanto em condições normais quanto de estresse (Singhal; Bose, 2020).

O condicionamento de sementes de milho com brassinolíde na concentração de 0,5; 1; e 2 µM exerceram um impacto positivo na germinação e no vigor das plântulas. Também, as sementes apresentaram um aumento na eficiência germinativa em condições de estresse hídrico e baixa temperatura (Santos, 2024).

Conclusão

A utilização da técnica de hormopriming é eficiente para otimizar a germinação e crescimento de plantas e melhorar a resistência ao frio e ao estresse por déficit hídrico.

Apesar do potencial identificado, ainda são necessários que sejam realizados estudos levando-se em consideração diferentes tipos e concentrações do hormônio vegetal usados no condicionamento fisiológico e sementes de diferentes espécies vegetais.

Pesquisas futuras devem ser conduzidas com experimentos de campo em diferentes regiões e ao longo de vários anos agrícolas, considerando a variabilidade das condições climáticas e edafoclimáticas, visando avaliar a consistência das respostas quanto ao uso da técnica de hormopriming.

Referências

ARAÚJO, R.M.; SILVA, D.M.; ROCHA, L.G.; BRANQUINHO, I.C.F.; DAVID, B.B.G.; MASETTO, T.E. Desempenho de sementes de soja durante o armazenamento: efeito do condicionamento fisiológico. **Journal of Education, Science and Health – Jesh**, v. 5, n. 4, 2025. DOI: https://www.doi.org/10.52832/jesh.v5i4.611. Disponível em: https://bio10publicacao.com.br/jesh/pt_BR. Acesso em: 7 jul. 2026.

BISWAS, S.; SEAL, P.; MAJUMDER, B.; BISWAS, A.K. Efficacy of seed priming strategies for enhancing salinity tolerance in plants: An overview of the progress and achievements. **Plant Stress**, v. 9, 2023. DOI: https://doi.org/10.1016/j.stress.2023.100186. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2667064X23000532. Acesso em: 20 jul. 2026.

BOŽILOVIĆ, B.; NIKOLIĆ, B.; WAISI, H.; TRIFKOVIĆ, J.; DODEVSKI, V.; JANKOVIĆ, B.; KRSTIĆ, S.; MOJOVIĆ, M. Influence of 24-epibrassinolide on the energetic parameters and early stages of growth and development in seedlings of two maize (*Zea mays* L.). **Agronomy**, v. 13, n. 7, 2023. DOI: https://doi.org/10.3390/agronomy13071673. Disponível em: https://www.mdpi.com/2073-4395/13/7/1673. Acesso em: 8 jul. 2026.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Secretaria de Defesa Agropecuária, 2009. 399p.

BRYKSOVÁ, M.; HYBENOVÁ, A.; HERNÁNDIZ, A.E.; NOVÁK, O.; PEŇCÍK, A.; SPÍCHAL, L.; DE DIEGO, N.; DOLEŽAL, K. Hormopriming to mitigate abiotic stress effects: A case study of N9-substituted cytokinin derivatives with a fluorinated carbohydrate moiety. **Frontiers in Plant Science**, v. 11, 2020. DOI: 10.3389/fpls.2020.599228. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33362831/. Acesso em: 7 jul. 2026.

DE DIEGO, N.; SPÍCHAL, L. Use of plant metabolites to mitigate stress effects in crops. *In*: GEELEN, D.; XU, L., eds. **The Chemical Biology of Plant Biostimulants**. Hoboken, NJ: Wiley, 2020.

FINCH SAVAGE, W.E.; BASSEL, G.W. Seed vigour and crop establishment: extending performance beyond adaptation. **Journal of Experimental Botany**, v. 67, n. 3, 2016. DOI: https://doi.org/10.1093/jxb/erv490. Disponível em: https://academic.oup.com/jxb/article/67/3/567/2893341. Acesso em: 13 jul. 2026.

FORTI, V.A.; CARVALHO, C.; SLIWINSKA, E.; CICERO, S.M. Flow cytometry as a tool for analyses of soya bean seed vigour. **Seed Science and Technology**, v. 46, n. 2, 2018. DOI: https://doi.org/10.15258/sst.2018.46.2.03. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/324766541_Flow_cytometry_as_a_tool_for_analyses_of_soya_bean_seed_vigour. Acesso em: 4 jul. 2026.

GILLANI, S.F.A.; ZHUANG, Z.; RASHEED, A.; HAQ, I.U.; ABBASI, A.; AHMED, S.; WANG, Y.; KHAN, M.T.; SARDAR, R.; PENG, Y. Brassinosteroids induced drought resistance of contrasting drought-responsive genotypes of maize at physiological and transcriptomic levels. **Frontiers in Plant Science**, v. 13, 2022. DOI: https://doi.org/10.3389/fpls.2022.961680. Disponível em: https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2022.961680/full. Acesso em: 22 jul. 2026.

GUERIDI, S.; BOUCELHA, L.; ABROUS-BELBACHIR, O.; DJEBBAR, R. Effects of hormopriming and pretreatment with gibberellic acid on fenugreek (*Trigonella foenumgraecum* L.) seed germination. **Acta Botanica Croatica**, v. 83, n. 2, 2024. DOI: https://doi.org/10.37427/botcro-2024-018. Disponível em: https://hrcak.srce.hr/file/455297. Acesso em: 23 jul. 2026.

HUANG, L.; ZHANG, L.; ZENG, R.; WANG, X.; ZHANG, H.; WANG, L.; LIU, S.; WANG, X.; CHEN, T. Brassinosteroid priming improves peanut drought tolerance via eliminating inhibition on genes in photosynthesis and hormone signaling. **Genes**, v. 11, N. 8, 2020. DOI: https://doi.org/10.3390/genes11080919. Disponível em: https://www.mdpi.com/2073-4425/11/8/919. Acesso em: 8 jul. 2026.

JESUS, T.F. **Priming com bassinolide e nanopartículas de silício no desempenho de sementes de milho**. 2025. 75 f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias - Agronomia) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde, Rio Verde, 2025.

KIM, S.H.; SHIM, K-C.; LEE, H-S.; JEON, Y-A.; ADEVA, C.; LUONG, N.H.; AHN, S-N. Brassinosteroid biosynthesis gene OsD2 is associated with low-temperature germinability in rice. **Frontiers Plant Science**, v. 13, 2022. DOI: https://doi.org/10.3389/fpls.2022.985559. Disponível em: https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2022.985559/full. Acesso em: 14 jul. 2026.

LIU, Y-H.; SUN, M.; WANG, H.; LIU, J-X.; TAN, G-F.; YAN, J.; WANG, Y-H.; YAN, Z-M.; LIU, H.; TAO, J-P. 24-epibrassinolide and 2,6-dichlorobenzonitrile promoted celery petioles and hypocotyl elongation by altering cellulose accumulation and cell length. **Agronomy**, v. 12, 2022. DOI: https://doi.org/10.3390/agronomy12071670. Disponível em: https://www.mdpi.com/2073-4395/12/7/1670. Acesso em: 21 jul. 2026.

MACOVEI, A.; PAGANO, A.; LEONETTI, P.; CARBONERA, D.; BALESTRAZZI, A.; ARAÚJO, S.S. Systems biology and genome-wide approaches to unveil the molecular players involved in the pre-germinative metabolism: implications on seed technology traits. **Plant Cell Reports**, v. 36, n. 5, 2017. DOI: 10.1007/s00299-016-2060-5. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27730302/. Acesso em: 4 jul. 2026.

MARCOS FILHO, J. Importância do potencial fisiológico da semente de soja. **Informativo Abrates**, v. 23, n.1, 2013.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2015. 535p.

PAPARELLA, S.; ARAÚJO, S.S.; ROSSI, G.; WIJAYASINGHE, M.; CARBONERA, D.; BALESTRAZZI, A. Seed priming: state of the art and new perspectives. **Plant Cell Reports**, v. 34,

2015. DOI: 10.1007/s00299-015-1784-y. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25812837/. Acesso em: 2 jul. 2026.

PAGANO, A.; MACOVEI, A.; BALESTRAZZI, A. Molecular dynamics of seed priming at the crossroads between basic and applied research. **Plant Cell Reports**, v. 42, 2023. DOI: 10.1007/s00299-023-02988-w. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36780009/. Acesso em: 8 jul. 2026.

SANO, N.; KIM, J.S.; ONDA, Y.; NOMURA, T.; MOCHIDA, K.; OKAMOTO, M.; SEO, M. RNA-Seq using bulked recombinant inbred line populations uncovers the importance of brassinosteroid for seed longevity after priming treatments. **Scientific Reports**, v. 7, 2017. DOI: 10.1038/s41598-017-08116-5. Disponível em: https://www.nature.com/articles/s41598-017-08116-5. Acesso em: 3 jul. 2026.

SANTOS, L. S. **Qualidade de sementes de milho condicionadas com diferentes dosagens de brassinolíde**. 2024. 28 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Agronomia) - Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde, Rio Verde, 2024.

SAVALIYA, D.D.; MANDAVIA, C.K.; MANDAVIA, M. Role of brassinolide on enzyme activities in groundnut under water deficit stress. **Indian Journal of Agricultural Biochemistry**, v. 26, 2013. Disponível em: https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20133255799. Acesso em: 9 jul. 2026.

SINGHAL, R.K.; BOSE B. Wheat seedlings as affected by $Mg(NO_3)_2$ and $ZnSO_4$ priming treatments. **World Scientific News**, v. 144, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/340175795_Wheat_seedlings_as_affected_by_MgNO_3_2_and_ZnSO_4_priming_treatments#full-text. Acesso em: 21 jul. 2026.

XU, Q.; WEI, Q.; KONG, Y.; ZHU, L.; TIAN, W.; HUANG, J.; PAN, L.; JIN, Q.; ZHANG, J.; ZHU, C. Unearthing the alleviatory mechanisms of brassinolide in cold stress in rice. **Life**, v. 12, 2022. DOI: https://doi.org/10.3390/life12060833. Disponível em: https://www.mdpi.com/2075-1729/12/6/833. Acesso em: 13 jul. 2026.

WIMALASEKERA, R. Role of seed quality in improving crop yields. *In*: HAKEEM, K., ed. **Crop Production and Global Environmental Issues**. Cham: Springer, 2015.

ZHAO, T.; Deng, X.; Xiao, Q.; Han, Y. Zhu, S.; Chen, J. IAA priming improves the germination and seedling growth in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) via regulating the endogenous phytohormones and enhancing the sucrose metabolism. **Industrial Crops and Products**, v.155, 2020. DOI: 10.1016/j.indcrop.2020.112788. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926669020307056?via%3Dihub. Acesso em: 21 jul. 2026.