

RESUMO EXPANDIDO DE REVISÃO DA LITERATURA

Papel dos reguladores vegetais na dormência e germinação de sementes

João Vitor Lechenski, Agronomia, Centro Universitário Integrado, Brasil

Diogo da Silva Leite, Agronomia, Centro Universitário Integrado, Brasil

Isabela Guedes, Agronomia, Centro Universitário Integrado, Brasil

Gustavo Henrique de Castro Pereira, Agronomia, Centro Universitário Integrado, Brasil

Martin Kaiser Farinha, Agronomia, Centro Universitário Integrado, Brasil

João Rafael De Conte Carvalho de Alencar, Centro Universitário Integrado, E-mail
joao.alencar@grupointegrado.br

INTRODUÇÃO

A dormência de sementes constitui um mecanismo adaptativo essencial para a sobrevivência e perpetuação das espécies vegetais em ambientes naturais e agrícolas. Trata-se de um estado fisiológico no qual a semente viável não germina mesmo quando exposta a condições ambientais aparentemente favoráveis, como disponibilidade de água, oxigênio e temperatura adequada (MATILLA, 2020). Esse fenômeno permite que a germinação seja sincronizada com condições ambientais ideais, aumentando as chances de estabelecimento das plântulas e sucesso reprodutivo.

Do ponto de vista ecológico, a dormência atua como uma estratégia evolutiva que favorece a dispersão temporal da germinação, reduzindo riscos associados a eventos adversos, como estiagens ou variações térmicas extremas. Em sistemas agrícolas, contudo, a dormência pode representar um desafio, interferindo na uniformidade da emergência das culturas e impactando diretamente a produtividade (KUCERA; COHN; LEUBNER-METZGER, 2005). Por outro lado, em sementes de plantas daninhas, esse mecanismo contribui para a persistência do banco de sementes no solo, dificultando o manejo.

A regulação da dormência e da germinação é controlada por uma complexa rede de sinalização envolvendo fatores genéticos, ambientais e hormonais. Entre esses, os fitormônios desempenham papel central, atuando de forma integrada e, muitas vezes, antagonica. O equilíbrio entre substâncias promotoras e inibidoras da germinação determina o estado fisiológico da semente, sendo altamente influenciado por sinais externos como luz, temperatura e disponibilidade hídrica (TAIZ; ZEIGER, 2017).

Nos últimos anos, avanços na biologia molecular têm permitido elucidar os mecanismos regulatórios envolvidos na dormência, destacando a atuação de genes-chave e proteínas reguladoras, como DOG1 e fatores de transcrição sensíveis ao ácido abscísico (ABA). Esses estudos têm ampliado significativamente a compreensão dos processos fisiológicos e bioquímicos que governam a germinação, abrindo novas perspectivas para aplicações no melhoramento genético, tecnologia de sementes e manejo agrícola.

Diante desse contexto, o presente trabalho tem como objetivo realizar uma revisão de literatura aprofundada sobre o papel dos principais reguladores vegetais na dormência e germinação de sementes, com ênfase nos mecanismos hormonais e moleculares envolvidos, bem como suas interações e implicações práticas.

MÉTODO

Esta revisão de literatura foi conduzida por meio de pesquisa em bases de dados científicas como PubMed, Scielo, ResearchGate e no google acadêmico com indexadores em fisiologia vegetal, com os termos, auxina, citocinina, giberelina, ácido abscísico, etileno, germinação e dormência.

Portanto, foram selecionados artigos publicados que abordam a regulação hormonal da dormência de sementes, com ênfase em interações entre os fitohormônios. A análise dos artigos buscou identificar os papéis específicos do ácido abscísico (ABA), giberelinas (GAs), citocininas, etileno e auxinas, bem como as proteínas e vias de sinalização envolvidas. As citações no texto e as referências foram formatadas de acordo com as normas da ABNT NBR 10520 e NBR 6023, respectivamente.

REVISÃO DE LITERATURA

A dormência de sementes é regulada principalmente pelo balanço entre o ácido abscísico (ABA) e as giberelinas (GAs), sendo esse antagonismo considerado o eixo central do controle fisiológico da germinação. O ABA atua como principal indutor e mantenedor da dormência, promovendo a expressão de genes associados à tolerância à dessecação e à inibição do crescimento embrionário (MATILLA, 2020). Durante o desenvolvimento da semente, níveis elevados desse hormônio favorecem a aquisição da dormência primária.

Além disso, o ABA induz a síntese de proteínas LEA (Late Embryogenesis Abundant), que desempenham função protetora, estabilizando estruturas celulares em condições de estresse hídrico. A via de sinalização desse hormônio envolve componentes moleculares como os fatores de transcrição ABI3 e ABI5, que regulam a expressão de genes relacionados à dormência e à resposta ao estresse (AMARO et al., 2020). Esses fatores atuam como reguladores-chave na manutenção do estado dormente.

Em contraste, as giberelinas desempenham papel promotor da germinação, estimulando o alongamento celular e a produção de enzimas hidrolíticas, como α -amilase, responsáveis pela mobilização das reservas energéticas do endosperma (KUCERA; COHN; LEUBNER-METZGER, 2005). A germinação ocorre quando há

redução nos níveis de ABA e/ou aumento na biossíntese e sensibilidade às GAs, indicando uma transição fisiológica crítica no metabolismo da semente.

Outro componente essencial na regulação da dormência é a proteína DELAY OF GERMINATION 1 (DOG1), considerada um regulador mestre desse processo. Essa proteína atua integrando sinais ambientais, como temperatura e umidade, com respostas hormonais internas. DOG1 interage com fosfatases do tipo PP2C, como AHG1 e AHG3, inibindo sua ação e, conseqüentemente, intensificando a sinalização do ABA (LI et al., 2022). Esse mecanismo permite a manutenção da dormência mesmo sem alterações significativas na concentração hormonal.

Além dos hormônios principais, outros reguladores vegetais exercem funções moduladoras importantes. As citocininas, por exemplo, atuam promovendo a divisão celular e auxiliando na superação dos efeitos inibitórios do ABA, favorecendo a germinação em condições adequadas (PICOLOTTO; BIANCHI; FACHINELLO, 2007). Sua atuação está frequentemente associada ao aumento da atividade metabólica do embrião.

O etileno também desempenha papel relevante como antagonista do ABA, contribuindo para a quebra da dormência. Esse hormônio promove a redução da sensibilidade ao ABA e estimula a biossíntese de giberelinas, criando um ambiente fisiológico propício à germinação (CORBINEAU et al., 2014). Sua produção pode ser induzida por condições ambientais específicas, como estresse mecânico ou embebição da semente.

Outro fator importante é o papel das espécies reativas de oxigênio (ROS), que, em níveis controlados, atuam como sinalizadores da quebra de dormência. As ROS promovem modificações oxidativas em proteínas e ácidos nucleicos, contribuindo para a ativação de vias metabólicas associadas à germinação (MATILLA, 2020). Esse processo evidencia a importância do equilíbrio entre produção e detoxificação dessas moléculas.

As auxinas, tradicionalmente associadas ao crescimento vegetal, também participam da regulação da dormência. Sua ação pode variar conforme a concentração e interação com outros hormônios, podendo tanto reforçar o efeito do ABA quanto contribuir para a ativação metabólica da semente em condições específicas (DE FIGUEIREDO et al., 2016). Essa dualidade reforça a complexidade da rede hormonal envolvida.

Adicionalmente, fatores ambientais como luz, temperatura e disponibilidade hídrica interagem diretamente com os sistemas hormonais, modulando a expressão gênica e a atividade enzimática. Esses sinais externos são percebidos por receptores específicos, desencadeando cascatas de sinalização que influenciam o balanço hormonal e, conseqüentemente, o estado fisiológico da semente.

Dessa forma, a dormência não deve ser interpretada como um processo isolado, mas sim como o resultado de uma rede altamente integrada de sinais moleculares, hormonais e ambientais. A compreensão dessas interações é fundamental para o desenvolvimento de tecnologias voltadas à melhoria da germinação, produção de sementes e manejo agrícola sustentável.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A regulação da dormência de sementes é um processo dinâmico, essencial para a adaptação das plantas a ambientes variáveis. A interação complexa entre ABA, GAs, citocininas, etileno e auxinas, juntamente com reguladores moleculares como DOG1 e fatores de transcrição como ABI3 e ABI5, forma uma rede complexa que determina o que ocorrerá com as sementes.

A compreensão aprofundada desses mecanismos moleculares e das interações hormonais é fundamental para a manipulação da dormência em programas de melhoramento genético, conservação de espécies e otimização da produção agrícola, contribuindo para a segurança alimentar e a sustentabilidade ambiental.

PALAVRAS-CHAVE: Dormência. Fito-hormônios. ABA. Giberelinas. Germinação.

AGRADECIMENTOS: Ao Centro Universitário Integrado, CNPq, Fundação Araucária e IN2.

REFERÊNCIAS

ABESSA, D.M.S.; SOUSA, E.C.P.M.; TOMMASI, L.R. Utilização de testes de toxicidade na avaliação da qualidade de sedimentos marinhos. **Revista de Geologia**, Fortaleza, v. 19, n. 2, p. 253-261, 2006.

AMARO, H. T. R. et al. Tratamento de sementes com produtos à base de fertilizantes e reguladores de crescimento. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 26, n. 1, p. 144–161, 2020.

DE FIGUEIREDO, P. A. M. VIANA, R. D. S., LISBOA L. A. M. DE ASSUNPÇÃO, A. C. N. D. Utilização de auxina sintética na quebra de dormência de *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés. **Revista Mirante**, Anápolis, v. 1, n. 1, p. 1–5, 2016.

CORBINEAU, F. et al. Ethylene, a key factor in the regulation of seed dormancy. **Frontiers in Plant Science**, Lausanne, v. 5, p. 539, 2014.

KUCERA, B.; COHN, M. A.; LEUBNER-METZGER, G. Plant hormone interactions during seed dormancy release and germination. **Seed Science Research**, Wallingford, v. 15, n. 3, p. 281–307, 2005.

LI, Q. et al. DELAY OF GERMINATION 1 (DOG1), the master regulator of seed dormancy, integrates the regulatory network of phytohormones at the transcriptional level to control seed dormancy. **Current Issues in Molecular Biology**, Basel, v. 44, n. 12, p. 423, 2022.

MATILLA, A. J. Seed dormancy: molecular control of its induction and alleviation. **Plants**, Basel, v. 9, n. 10, p. 1402, 2020.

PICOLOTTO, L.; BIANCHI, V. J.; FACHINELLO, J. C. Ação de giberelinas e citocininas na germinação de sementes de pessegueiro. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 8, n. 1, p. 25–30, 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

VIVIAN, R. et al. Dormência em sementes de plantas daninhas como mecanismo de sobrevivência: breve revisão. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 3, p. 695–706, 2008.

