

**USO DE REGULARES HORMONAIS COMO ALTERNATIVA À  
DESSECANTES NA MATURAÇÃO E COLHEITA DA SOJA  
HORMONAL REGULATORS AS A ALTERNATE DESICCANT IN SOYBEAN  
MATURATION AND HARVESTING**

**João Paulo Veiga Ávila<sup>1</sup>, Cleidson Soares Ferreira<sup>2</sup>, Polyana Placedino Andrade<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>UNIS-MG, Varginha, Minas Gerais, E-mail: joao.avila3@alunos.unis.edu.br

<sup>2</sup>UNIS-MG, Varginha, Minas Gerais, E-mail: cleidson.ferreira@professor.unis.edu.br

<sup>3</sup>UNIS-MG, Varginha, Minas Gerais, E-mail: polyana.andrade@unis.edu.br

## **1 INTRODUÇÃO**

A soja (*Glycine max* L. Merrill) em sistemas mecanizados, interage com estratégias que promovam uniformidade de maturação e continuidade do corte na colheita, sendo o baixo teor de umidade do grão o ideal, com impacto direto na eficiência operacional e na qualidade do produto (Botelho et.al., 2023).

A definição do momento de colheita em soja é norteado pelo estudo feito por Fehr e Caviness (1977). Estes autores definiram os estádios fisiológicos da planta com relação a aspectos visuais, sendo R7 como início da maturidade, e R8 maturidade plena, com 95% das vagens apresentando coloração marrom.

A dessecação é um trato cultural com intenção de adiantar a colheita, acelerando a perda de água da planta. Tem-se posicionado a desseca entre R7 e R8, quando o teor de umidade do grão na planta está entre 30% e 40%, e a colheita com 13% a 15% para armazenamento seguro (Embrapa, 2018).

Para um boa dessecação, estudos apontam que a escolha e uso de dessecantes para adiantar a colheita é menos impactante que a época de aplicação, já que há efeitos deletérios irreversíveis relacionados à intervenção precoce, como má formação da semente que prejudica a germinação (Silva et.al., 2019, Araújo et al. 2018, Albrecht et al. 2022) e armazenamento (Guimarães et al. 2012). Esse método é comum entre os produtores e implica em danos ao grãos posteriormente usados na alimentação animal.

Em contrapartida, a dessecação por hormônio natural preserva a progressão fenológica e a desfolha, favorecendo a translocação de nutrientes e a estabilização da qualidade, embora aumente a exposição a intempéries e perdas no campo (Bewley et al., 2013). Além disso, marcos regulatórios e preferências de mercado pressionam por estratégias que conciliem produtividade, qualidade e menor dependência de moléculas com potencial de acúmulo na cadeia produtiva.

Para uma via segura de dessecação é praticado o esgotamento de recursos e seca natural das plantas, regulada por fitohormônios e sinalizadores metabólicos. Em condições ideais, a via natural (sem o uso de dessecantes) pode também ser benéfica para o enchimento do grão, pois favorece a degradação por completo das estruturas da folha e realoca nutrientes, principalmente o nitrogênio (N). Ortez et al., (2019) constatou que 59% do N demandado no enchimento das sementes na vagem da soja vem desse processo de transporte ativo, sendo 52% realocados das folhas.

Sendo assim, a manipulação de sinalizadores da senescência e da abscisão, já estudados, como os fitohormônios: etileno, ácido abscísico, ácido jasmônico e ácido salicílico (Fraga et.al., 2021), fomenta a pesquisa desse trabalho para encontrar qual o mais adequado para uma possível dessecação a nível de campo, como alternativas à dessecação química da soja.

Serão avaliados efeitos da dessecação na produtividade e formação da semente, assim como a uniformidade da dessecação do dossel, partindo da hipótese que a dessecação natural (usando fitohormônios), respeitando a maturidade fisiológica e a sinalização endógena e exógena, aumenta produtividade, mantém superior qualidade fisiológica das sementes e em janela operacional maior, em comparação à dessecação química aplicada em pré-colheita. Nesse sentido, a priorização da senescência natural regulada pelos hormônios exógenos, sem o uso de dessecantes sistêmicos, preserva melhor a fisiologia das sementes quando comparado com a dessecação química realizada entre R7 e R8, diminuindo assim os riscos relacionado a aplicação de agrotóxicos.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Cultura da soja no Brasil**

A cultura da soja no modelo que é produzida hoje no Brasil vem se aprimorando desde a década de 60 até agora, com avanços expressivos na década de 80 e abertura de novas fronteiras (Embrapa, 2025). Com o investimento, a tropicalização e introdução de

novas tecnologias, evoluiu para altas produtividades, a soja hoje é o carro-chefe do agronegócio brasileiro (Gazzoni e Dall’Agnol, 2018). Vários desafios quanto à janelas operacionais e entressafra vêm sendo solucionados, principalmente em regiões onde o clima não favorece a desseca natural ou o intervalo entre a colheita e plantio é muito reduzido devido ao período chuvoso (Botelho et.al., 2023).

## **2.2 Dessecação do dossel de soja**

Pela descrição dos estádios fenológicos da soja é possível relacionar o seu desenvolvimento com as necessidades da cultura. Fehr e Caviness (1977) propuseram uma divisão do ciclo da soja em estádios vegetativos (V) e estádios reprodutivos (R). Estádios específicos são identificados por números, após o V ou o R. Os estádios R descrevem o período florescimento-maturação, com a letra R seguida dos números 1 até 8. O período reprodutivo apresenta quatro fases: florescimento (R1 e R2), desenvolvimento de vagens (R3 e R4), desenvolvimento de grãos (R5 e R6) e maturação da planta (R7 e R8). Segundo Albrecht et al., (2022), Araújo et al., (2018), Inoue et al., (2012), Guimarães et al., (2012) o estágio reprodutivo onde a dessecação química preserva maior qualidade e produtividade é após R7.2, onde 70% das vagens já estão amareladas.

## **2.3 Composição e enchimento do grão de soja**

A soja é uma fonte protéica, energética e lipídica, possuindo em média: 38% de proteínas, 23% de açúcares e 19% de lipídios (Kagawa, 1995). Estudos recentes apontam precisamente em quais etapas a planta prioriza as sementes sobre o crescimento vegetativo e quando o potencial produtivo dessa planta é determinado. Para o nitrogênio (N), matéria prima das proteínas, o grão de soja depende em 59% do N remobilizado de outros órgãos vegetais (Ortez, 2019). A partir do estágio R5.3 o grão já está no seu peso máximo e o equilíbrio desloca entre perda de água e acúmulo de matéria seca, ocorrendo em transformações aquosas para óleos e proteínas (Poeta et al., 2014), encerrando quando atingir a maturidade fisiológica próximo ao R7.2.

## **2.4 Senescência**

O processo de senescência é uma fase fisiológica da planta onde ocorrem reações químicas catabólicas e anabólicas em órgãos aéreos e sementes, respectivamente (Koyama, 2014). Tem seu início relacionado mais com sinalizadores endógenos do que a

própria idade em si (Fraga et.al., 2021).

A senescência foliar é uma forma especializada de morte celular programada (MCP) que permite a remobilização eficiente de nutrientes a partir de folhas-fonte para os drenos do crescimento vegetativo ou reprodutivo via floema. Todas as folhas, incluindo aquelas perenes, sofrem senescência em resposta a fatores dependentes da idade, a sinais ambientais, a estresses bióticos ou abióticos (Taiz et al., 2015).

Senescência da folha é a última fase do desenvolvimento foliar e é acompanhado pela morte celular. Inclui diversos processos dinâmicos que estão associados ao movimento de nutrientes dos tecidos velhos para tecidos jovens na mesma planta (Koyama, 2014). Há três tipos de senescência em plantas conforme o nível de organização estrutural da unidade senescente: morte celular programada, senescência de órgãos (abscisão das folhas) e senescência da planta inteira (Taiz et al., 2015). O “timing” do início definirá uma qualidade e produtividade superiores na colheita, e sua precocidade reduzirá a atividade fotossintética, resultando num menor acúmulo de assimilados e consequente perda de qualidade. (El et al., 2017).

## **2.5 Etileno na cultura da soja**

O etileno desempenha um papel-chave na ativação dos eventos que conduzem à separação celular dentro da zona de abscisão (Taiz et al., 2015). Podem ativar a senescência em algumas espécies mais sensíveis. Tem seus níveis altos na planta durante o crescimento foliar, depois decai na maturidade dos órgãos vegetativos e aumenta novamente nos primeiros estágios da senescência (Iqbal et.al., 2017).

Também é considerado hormônio responsável pela regulação da abscisão foliar, podendo iniciar o processo em altas concentrações ou retardá-lo em caso de inibição (Kao e Yang, 1983). Já foi verificado que a presença de etileno a nível molecular acarretou no desmonte organizado das células do cloroplasto e ativação da realocação de nutrientes proveniente das folhas (Kao e Yang, 1983). Em soja, a síntese tanto de etileno quanto de auxina parecem ser fortemente influenciados pela atividade de genes relacionados a morte celular programada (Iqbal et al., 2017). Além disso, a adição de etileno exógeno pode acelerar a fase de senescência e favorecer a degradação das células de clorofila, isso indica uma sinergia com outros hormônios também responsáveis por esse processo (Aharoni e Lieberman, 1979).

Em testes feito com etephon, precursor do etileno, onde foram avaliados produtividade, desenvolvimento das plantas e vigor das sementes para diversas

concentrações aplicadas em R7.0. Constatou que o precursor de etileno não diferiu da testemunha em nenhum tratamento, não prejudicou o vigor das sementes e seguiu uma tendência em aumentar a produtividade à medida que a dose foi aumentada (Bezerra et.al., 2014).

## **2.6 Ácido Abscísico e seu papel na senescência**

O ácido abscísico (ABA) é um sinalizador da senescência, sendo que sua aplicação em plantas induz a morte de folhas adultas (Iqbal et.al., 2017). Quando estudados os mecanismos dessa indução e relações genéticas associadas, é possível observar grupos de fatores de transcrição (ativam e desativam algum gene) que são diretamente ativados por estresses e ABA (Fraga et.al., 2021). Estresses como seca e falta de água aumentam o teor de ABA dentro das folhas, que regula também a abertura e fechamento dos estômatos na plantas superiores (Taiz et.al., 2015). À medida que a folha envelhece, a sinalização por ABA muda para induzir transcritos tais como SAG113, que inibem o fechamento estomático induzido por ABA, aumentando a perda de água e acelerando a senescência (Taiz et.al., 2015).

Estudos com ABA e soja terminais concluíram um aumento no teor de carboidratos nas sementes provenientes de plantas tratadas com ABA (Travaglia et.al., 2009). A presença do hormônio confirmou ser preponderante ao enchimento do grão quando avaliadas sojas em estágios finais de desenvolvimento (Reinoso et.al., 2011), também é constatado produção endógena, em fases finais de maturação, como resposta a seca e como marcador do processo de senescência (Fraga et.al., 2021).

## **3 MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento será realizado em uma área de soja localizada na zona rural do município de Três Pontas, MG, com coordenadas geográficas 21°19'17.3"S e 45°22'31.6"W. O clima da região é, conforme a classificação de Köppen, do tipo Cwa, ou seja, clima temperado úmido com inverno seco. Apresenta verão quente e úmido e a temperatura média do mês mais quente é superior a 25 °C. O solo da área de estudo é classificado como Latossolo Vermelho, de textura argilosa.

O experimento será conduzido em esquema fatorial 3 x 3 x 7 com delineamento em blocos casualizados (DBC). A cultivar RR será semeada em filas espaçadas com 0,7m na entre-linha, e 0,08 a 0,10m na linha. Cada parcela experimental será composta de três

fileiras com 2,1m de comprimento. A linha central da parcela será considerada a área útil, composta por 10 plantas/parcela.

Serão avaliados dois reguladores de crescimento utilizados em diferentes estádios fenológicos da planta, conforme definido na tabela 1.

**Tabela 1.** Doses e tratamentos com produtos comerciais diluídos em calda de 400L.ha-1.

<b>Produtos</b>	<b>Dose</b>	<b>Aplicação(ões)</b>
Ethrel®	300ml.ha-1	R6.8; R6.8 e R7.2; R7.2
ReTain®	200ml.ha-1	R6.8; R6.8 e R7.2; R7.2
Controle natural (sem aplicação)	—	—
Controle natural (calda branca)	100ml.ha-1	R6.8; R6.8 e R7.2; R7.2

Os tratamentos serão iniciados quando as plantas atingirem o estágio R6.8, de acordo com a classificação de Fehr e Caviness (1977). No estágio R7.2, (maturidade fisiológica), será feita a segunda aplicação, com intuito de comparação entre os tratamentos com uma aplicação, e com aplicações sequenciais. O tratamento controle (testemunha) não terá aplicação, e o tratamento com “calda branca” será utilizando apenas água e veículo/adjuvante, a fim de contemplar a possível interação dos efeitos causados pelo veículo dos hormônios e do adjuvante.

As aplicações serão realizadas no período da manhã ou ao final da tarde, evitando ao máximo, o processo de deriva e volatilização dos ativos. Para tanto, cada unidade experimental será protegida com gaiolas de bambu e plástico, cujo objetivo será vedar a área da aplicação até a completa deposição do produto pulverizado. Para as aplicações, será utilizado um pulverizador elétrico provido de válvula de controle da pressão (2,0 Bar ou 29 PSI) e barra de 0,5 m com duas pontas tipo leque, modelo Teejet TTI11002, e aplicação contínua, promovendo a cobertura em faixa de 1,0 m de largura, e com volume de calda de 400 L ha-1.

Quando as plantas iniciarem o processo de amarelecimento, as mesmas serão avaliadas utilizando-se agrofotometria, sendo também contabilizados os órgãos vegetativos senescentes, em 0, 3, 7, 10 e 14 dias após aplicação (DAA) dos produtos,

usando imagens aéreas coletadas por drone. A colheita será realizada 7 dias após a última aplicação de todos os tratamentos.

Após a colheita dos grãos, será avaliado a produtividade, utilizando-se o peso de 100 grãos, germinação e umidade dos grãos. Para a coleta de dados, será utilizado uma balança de precisão. Posteriormente serão realizados os testes de germinação, germinação acelerada e umidade das sementes, nas instalações do laboratório do Centro Universitário do Sul de MG.

A análise estatística dos dados obtidos será realizada com o auxílio do software SISVAR (Ferreira, 2014), realizando-se as análises de variância pelo Teste F e quando significativas, comparadas pelo teste de Tukey (5%).

#### **4 RESULTADOS ESPERADOS**

Com base na metodologia utilizada, os resultados esperados consistirão em dados quantitativos comparativos que permitirão diferenciar os impactos dos diversos tratamentos aplicados. A pesquisa deverá gerar valores de produtividade de grãos e peso de 100 grãos para cada manejo, além de percentuais de germinação, indicadores de vigor (primeira contagem e teste de envelhecimento acelerado) e o teor de umidade das sementes. Complementarmente, serão obtidas medições da senescência do dossel por agrofotometria, a contabilização de órgãos vegetativos senescentes em intervalos específicos (0, 3, 7, 10 e 14 DAA), e a uniformidade da dessecação. Por fim, serão determinados o tempo de ciclo até a colheita e as janelas operacionais para cada tratamento, com a análise estatística confirmando a significância das diferenças observadas entre todos esses parâmetros.

#### **5 REFERÊNCIAS**

AHARONI, N.; LIEBERMAN, M. Ethylene as a regulator of senescence in tobacco leaf discs. **Plant Physiology**, v. 64, n. 5, p. 801-804, nov. 1979. DOI: 10.1104/pp.64.5.801.

ALBRECHT, L. P.; YOKOYAMA, A. S.; ALBRECHT, A. J. P.; KOSINSKI, R.; MILLEO, R.; SILVA, A. F. M. Glufosinate and diquat in pre-harvest desiccation of soybean at four phenological stages, and their impact on seed quality. **Chilean Journal of Agricultural Research**, v. 82, n. 3, p. 448-456, 2022. DOI: 10.4067/S0718-58392022000300448.

ARAÚJO, D. L. de; LAZZARI, M. P.; DUTRA, R.; LAJÚS, C. R.; KLEIN, C.; CERICATO, A.; SORDI, A.; JUNGES, M. Influência dos períodos de dessecação da

soja na germinação e componentes de rendimento. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 13, n. 4, e5584, 2018.

BEWLEY, J. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M.; NONOGAKI, H. **Seeds: Physiology of Development, Germination and Dormancy**. 3. ed. New York: Springer, 2013.

BOTELHO, S. C. C.; BOTELHO, F. M.; RAMOS JÚNIOR, E. U.; SCHOPF, P. A. **Épocas de dessecação influenciam na qualidade de grãos e do óleo de soja**. Sinop, MT: Embrapa, 2023. 21 p. (Boletim de Pesquisa / Embrapa Agrossilvipastoril, ISSN 2675-0813; n. 9).

EMBRAPA. **Dessecação é uma importante estratégia no manejo da soja**. Londrina, 07/02/2018. Disponível em: [www.embrapa.br](http://www.embrapa.br). Acesso em: 01 nov. 2025.

EMBRAPA. **História da soja**. Londrina. Disponível em: [www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/historia](http://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/historia). Acesso em: 25 out. 2025.

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1977. (Special Report, 80).

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2014.

FRAGA, O. T.; MELO, B. P. de; QUADROS, I. P. S.; REIS, P. A. B.; FONTES, E. P. B. Senescence-Associated Glycine max (Gm)NAC Genes: Integration of Natural and Stress-Induced Leaf Senescence. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 22, n. 15, p. 8287, 2021. DOI: 10.3390/ijms22158287.

GAZZONI, D. L.; DALL'AGNOL, A. **A saga da soja: de 1050 a.C. a 2050 d.C.** Brasília, DF: Embrapa, 2018.

GUIMARÃES, V. F.; HOLLMANN, M. J.; FIOREZE, S. L.; ECHER, M. M.; RODRIGUES-COSTA, A. C. P.; ANDREOTTI, M. Produtividade e qualidade de sementes de soja em função de estádios de dessecação e herbicidas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 13, n. 4, e5584, 2018. DOI: 10.5039/agraria.v13i4a5584.

INOUE, M. H.; PEREIRA, P. S. X.; MENDES, K. F.; BEN, R.; DALLACORT, R.; MAINARDI, J. T.; ARAÚJO, D. V. de; CONCIANI, P. A. Determinação do estágio de dessecação em soja de hábito de crescimento indeterminado no Mato Grosso. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 11, n. 1, p. 71-83, jan./abr. 2012.

IQBAL, N.; KHAN, N. A.; FERRANTE, A.; TRIVELLINI, A.; FRANCINI, A.; KHAN, M. I. R. Ethylene Role in Plant Growth, Development and Senescence: Interaction with Other Phytohormones. **Frontiers in Plant Science**, v. 8, p. 475, 2017. DOI: 10.3389/fpls.2017.00475.

KAO, C. H.; YANG, S. F. Role of ethylene in the senescence of detached rice leaves. **Plant Physiology**, v. 64, n. 5, p. 801-804, 1979. DOI: 10.1104/pp.64.5.801.

KOYAMA, T. The roles of ethylene and transcription factors in the regulation of onset of leaf senescence. **Frontiers in Plant Science**, v. 5, 24 nov. 2014.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2. ed. Londrina: ABRATES, 2015.

MUNIER-JOLAIN, N. G.; NEY, B.; DUTHION, C. Termination of seed growth in relation to nitrogen content of vegetative parts in soybean plants. **Physiologia Plantarum**, v. 60, n. 2, p. 173-178, 1984.

ORTEZ, O. A.; TAMAGNO, S.; PRASAD, P. V. V.; CIAMPITTI, I. A.; SALVAGIOTTI, F. Soybean Nitrogen Sources and Demand During the Seed-Filling Period. **Agronomy Journal**, v. 111, n. 4, p. 1645-1656, 2019.

PIGNATI, W. A.; LIMA, F. A. N. S. e; LARA, S. S. de; CORREA, M. L. M.; BARBOSA, J. R.; LEÃO, L. H. da C.; PIGNATTI, M. G. Distribuição espacial do uso de agrotóxicos no Brasil: uma ferramenta para a Vigilância em Saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 22, n. 10, out. 2017.

POETA, F. B.; ROTUNDO, J. L.; BORRÁS, L.; WESTGATE, M. E. Seed Water Concentration and Accumulation of Protein and Oil in Soybean Seeds. **Agronomy Journal**, v. 106, n. 6, p. 2321-2330, 2014.

REINOSO, H.; TRAVAGLIA, C. N.; BOTTINI, R. ABA Increased Soybean Yield by Enhancing Production of Carbohydrates and Their Allocation in Seed. In: EL-SHEMY, H. (Ed.). **Soybean - Biochemistry, Chemistry and Physiology**. Rijeka: InTech, 2011. DOI: 10.5772/15053.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Plant Physiology and Development**. 6. ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2015.

TAMARY, E.; NEVO, R.; NAVEH, L. Chlorophyll catabolism precedes changes in chloroplast structure and proteome during leaf senescence. **Plant Direct**, v. 3, n. 3, p. 1-18, 2019.

TRAVAGLIA, C.; REINOSO, H.; BOTTINI, R. Application of abscisic acid promotes yield in field-cultured soybean by enhancing production of carbohydrates and their allocation in seed. **Crop & Pasture Science**, v. 60, p. 1131-1136, 2009.

YANG, X.; SONG, J.; CAMPBELL-PALMER, L. Effect of ethylene and 1-MCP on expression of genes involved in ethylene biosynthesis and perception during ripening of apple fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 78, p. 55-66, 2013.