



USO DE FITOHORMÔNIOS COMO ALTERNATIVA A DESSECANTES NA MATURAÇÃO E COLHEITA DA SOJA

PHYTOHORMONES AS AN ALTERNATIVE OF DESICCANTS IN SOYBEAN MATURATION AND HARVEST

João Paulo Veiga Ávila¹; Cleidson Soares Ferreira²

RESUMO

A soja [*Glycine max* (L.) Merr.] no Brasil tem um impacto imenso na economia, onde a agilidade entre cultivos é preconizada cada vez mais. Visando a um cultivo menos prejudicial ao meio ambiente, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a performance de fitorreguladores na dessecação pré-colheita da soja como uma alternativa natural a dessecantes químicos para adiantamento da colheita. Foram utilizados dois fitorreguladores pulverizados em dois tempos diferentes de aplicação, o ethephon (precursor do etileno) e o ácido abscísico (ABA), aplicados em regime de dose única cheia em R₇ e em regime duplicado com meia dose cada aplicação, em R₇ e R₇ + 2 dias. A avaliação dos resultados consistiu nos seguintes fatores: o teor de umidade coletado em diferentes momentos pós- aplicação, produtividade do dossel dessecado e vigor germinativo das sementes. Diante disso, foi constatada uma aderência dos produtos para perda acentuada de umidade das sementes ao longo do tempo, principalmente a partir do quinto dia pós-aplicação, situação próxima a níveis de dessecantes convencionais. Para produtividade, aferida pelo peso de 100 grãos, verificou-se semelhança entre os tratamentos. O teste de germinação e envelhecimento acelerado também não foi significativo para alterações no vigor germinativo. Portanto, consideram-se uma alternativa viável os tratamentos para acelerar a perda de água do dossel de soja, quando aplicados em estágio R₇ a fim de adiantar a colheita.

Palavras-chave: Etileno; Ácido Abscísico; Ethephon.

ABSTRACT

Soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] production has a substantial impact on the Brazilian economy, where rapid crop succession is increasingly important. Seeking a cultivation system with lower environmental impact, this study aimed to evaluate the performance of phytohormones in the pre-harvest desiccation of soybean as a natural alternative to chemical desiccants for advancing harvest. Two phytohormones were evaluated: ethephon (an ethylene precursor) and abscisic acid (ABA). They were applied either as a single full dose at the R₇ growth stage or as a split-dose regime, with half the dose applied

¹ Bacharelado em Agronomia, Centro Universitário do Sul de Minas. joao.avila3@alunos.unis.edu.br.

² Doutor, Centro Universitário do Sul de Minas. cleidson.ferreira@professor.unis.edu.br.

at R7 and the remaining half two days later (R7 + 2 days). The evaluated parameters included seed moisture content measured at different times after application, productivity of the desiccated canopy, and seed germination vigor. The phytohormone treatments consistently promoted a pronounced reduction in seed moisture content over time, particularly from the fifth day after application, reaching levels comparable to those obtained with conventional chemical desiccants. Productivity, assessed by the weight of 100 seeds, showed no significant differences among treatments. Likewise, germination and accelerated aging tests indicated no significant changes in seed vigor. Therefore, these phytohormone treatments can be considered a viable alternative for accelerating soybean canopy water loss when applied at the R7 growth stage, allowing earlier harvest without compromising productivity or seed physiological quality.

Keywords: Ethylene; Absciscic acid; Ethephon.

1 INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max* (L.) Merr.], em sistemas de produção mecanizados, interage com estratégias que promovem a uniformidade de maturação e a continuidade do corte na colheita. Considera-se ideal um baixo teor de umidade do grão, o que impacta diretamente a eficiência operacional e a qualidade do produto final (Botelho et al., 2023). Essa uniformidade é essencial para minimizar perdas mecânicas durante a colheita e otimizar o rendimento econômico.

A definição do momento ideal de colheita da soja é baseada no estudo clássico de Fehr e Caviness (1977), que descreveu os estádios fisiológicos da planta por meio de aspectos visuais. O estágio R₇ marca o início da maturidade fisiológica, enquanto o R_{7.2} representa a maturidade plena, caracterizada por cerca de 60% das vagens apresentando coloração amarela. Esses critérios permitem uma avaliação precisa no campo e auxiliam produtores na sincronização de operações.

A dessecação é uma prática adotada para antecipar a colheita, promovendo a queda de folhas ainda verdes, interrompendo processos metabólicos e acelerando a perda de água nas plantas. A dessecação química, tanto para uniformidade quanto para antecipação, é recomendada após o estágio R_{7.2}, como apontado no trabalho de Inoue et al., (2012), sendo as seguintes moléculas químicas mais usadas: o Glufosinato de amônio e Diquat (Albrecht et al., 2022), com a colheita realizada quando a umidade dos grãos está entre 13% e 15%, nível seguro para armazenamento. Essa faixa de umidade previne deterioração por fungos e mantém a viabilidade das sementes. (Embrapa, 2018).

A escolha do momento da colheita e do método de dessecação influencia diretamente na qualidade fisiológica das sementes, na produtividade, na eficiência operacional e nos custos financeiros, especialmente pela redução de insumos químicos no processo. Aplicações precoces de dessecantes, ou seja, antes da maturidade fisiológica, podem interromper a síntese de reservas nutricionais e danificar a integridade das membranas celulares, afetando negativamente a germinação e o vigor nas sementes (Marcos Filho, 2015).

Para uma dessecação eficaz, estudos destacam a época de aplicação como fator crítico, pois intervenções precoces causam efeitos deletérios irreversíveis, como má formação da semente (Botelho et al., 2023), prejuízos à germinação (Albrecht et al., 2022) e problemas no armazenamento (Guimarães et al., 2018). Essa prática congestiona vias metabólicas, acelera a senescência, gera perdas por estruturas anômalas e acumula metabólitos residuais tóxicos nas sementes (Perboni et al., 2018).

Por outro lado, a seca natural condiz com a programação gênica da espécie, regulada por fitohormônios e sinalizadores metabólicos de base genética (Woo et al., 2019). Em condições ideais, esse processo beneficia o enchimento do grão, promovendo a degradação completa das folhas e a realocação de nutrientes, especialmente o nitrogênio (Deng et al., 2024). Orteiz et al. (2019) verificaram que 59% do N demandado no enchimento das sementes provém desse transporte ativo, com 52% realocados das folhas. Nesse contexto, a manipulação de sinalizadores da senescência, como etileno e ácido abscísico (ABA) (Fraga et al., 2021), surge como alternativa promissora para acelerar o ciclo sem comprometer a qualidade.

Assim, o presente trabalho objetivou avaliar os efeitos de reguladores hormonais (ethephon e ABA) como alternativa à dessecação química tradicional, analisando impactos na produtividade, formação da semente e tempo até a colheita do dossel da soja.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CULTURA DA SOJA NO BRASIL

A cultura da soja (*Glycine max*) no modelo em que é produzida hoje no Brasil vem se aprimorando desde a década de 60 até o presente, com avanços expressivos na década de 80 e abertura de novas fronteiras (Embrapa, 2025). Com o investimento, a tropicalização e introdução de novas tecnologias, ela evoluiu para altas produtividades, tornando-se hoje o carro-chefe do agronegócio brasileiro (Gazzoni e Dall'Agnol, 2018). Além disso, diversos desafios relacionados às janelas operacionais e à entressafra têm sido superados em regiões com clima desfavorável à dessecação natural ou intervalos curtos entre colheita e plantio, devido a períodos chuvosos prolongados (Botelho et al., 2023). A dessecação química, posicionada após a maturidade fisiológica (R_{7.2}), antecipa a colheita para umidade de grãos entre 13% e 15% (Embrapa, 2018). Atrasos na colheita, aliados a variações na umidade relativa do ar, aumentam rachaduras e enrugamento do tegumento, comprometendo aspecto, vigor germinativo e armazenamento (Marcandalli et al., 2011; Marcos Filho, 2015). Logo, dessecentes oferecem uniformidade de maturação e ganho de dias na colheita (Araújo et al., 2018).

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 de florescimento e 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. (2018), o estágio reprodutivo que a dessecação química preserva maior qualidade e produtividade é após R_{7.2}, quando 70% das vagens já estão amareladas.

2.3 COMPOSIÇÃO E ENCHIMENTO DO GRÃO DE SOJA

A soja é uma fonte proteica, energética, possuindo em média: 37% de proteínas,

32% residual, 13% de umidade e 18% de óleos e residual, incluindo carboidratos e celulose (Wilson, 2004). Estudos recentes apontam precisamente em que 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 de 59% do N remobilizado de outros órgãos vegetais (Ortez et al., 2019). A partir do estágio R5.3, o grão já está no seu peso máximo e o equilíbrio se desloca entre a perda de água e acúmulo de matéria seca, ocorrendo transformações de aquosas para óleos e proteínas (Poeta et al., 2014), o encerramento ocorre quando o grão atinge a maturidade fisiológica próximo ao estágio R7.2.

2.4 SENESCÊNCIA

O processo de senescência é uma fase fisiológica da planta em que ocorrem reações químicas catabólicas e anabólicas em órgãos aéreos e sementes, respectivamente (Koyama, 2014). Tem seu início relacionado mais a sinalizadores endógenos do que à 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 acompanhada 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 qualidade e produtividade superiores na colheita, e sua precocidade reduzirá a atividade fotossintética, resultando em um 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). Ele pode 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, parece ser fortemente influenciada pela atividade de genes relacionados à 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, o que indica uma sinergia com outros hormônios também responsáveis por esse processo (Aharoni e Lieberman, 1979).

Em testes feitos com etephon, precursor do etileno, nos quais foram avaliados produtividade, desenvolvimento das plantas e vigor das sementes em resposta à aplicação

de diversas concentrações do produto no estágio R7.0, constatou-se que o precursor de etileno não diferiu da testemunha em nenhum tratamento, não prejudicou o vigor das sementes e seguiu uma tendência de aumentar a produtividade à medida que a dose foi aumentada (Bezerra et al., 2014).

2.6 ÁCIDO ABCÍSIKO E SEU PAPEL NA SENESCÊNCIA

O ácido abscísico (ABA) é um sinalizador da senescência, sendo que sua aplicação em plantas induz à 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 nas 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 sojas terminais e ABA concluíram que houve 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). Adicionalmente, é constatada produção endógena, em fases finais de maturação, como resposta à seca e como marcador do processo de senescência (Fraga et al., 2021).

3 METODOLOGIA

O experimento ocorreu em lavoura comercial de soja no verão de 2026, zona rural de Três Pontas, Minas Gerais (21°19'17.3"S, 45°22'31.6"W), com clima Cwa (Köppen): temperado úmido, inverno seco, verão quente (>25°C média), e solo do tipo Latossolo Vermelho argiloso.

A cultivar de soja utilizada foi a HO Pirapó IPRO, de crescimento indeterminado, semeada em novembro e germinada em 1º de dezembro/2025. O estande de plantas foi de 240.000 plantas/ha, com média de 13 plantas/m linear e espaçamento entre linhas de 0,55m, com chuvas acumulando 1035mm desde seu plantio até a colheita. A adubação total foi de 200kg/ha de 05-23-00 e 200kg/ha de KCl, sendo que todos os blocos receberam a mesma condução até a aplicação dos tratamentos experimentais.

O desenho experimental foi em Delineamento de Blocos Casualizados (DBC), sendo 5 tratamentos: 2 dessecantes (ethephon e ácido abscísico) + testemunha (pleno sol) e os mesmos dessecantes em 2 regimes de aplicação (R₇; R₇ e R₇ + 2 dias) x 4 repetições. Cada parcela experimental foi composta por 4 linhas de plantio com 3,5m metros lineares, totalizando 7 m², foram consideradas área útil as 26 plantas centrais de cada parcela.

Para avaliação dos estágios fenológicos, foram realizadas visitas periódicas a campo e levou-se em consideração a descrição feita por Fehr e Caviness (1977), avaliando-se a quantidade de vagens com a coloração amarelada, verificou-se a maturação correspondente e, quando entre 20% e 50% das plantas encontravam-se em estágio R₇, foi feita a primeira aplicação dos produtos com 110 dias após a germinação.

Os produtos utilizados foram Ethrel (ethephon) e ProTone (ácido abscísico), nas concentrações de 2000ppm, divididos em duas doses de 1000ppm para o segundo tratamento e dose cheia para o primeiro (Tabela 1). Para isso, utilizou-se uma bomba

costal elétrica, com vazão contínua, com bico AD/IA-02, anti-deriva, regulada para 250L.ha-1 de calda/por tratamento, aplicados ao final da tarde.

Tabela 1 – Tratamentos do experimento e níveis de aplicação. Produtos, expressos pelo ingrediente ativos (i.a), e doses expressas em partes por milhão (ppm). Três Pontas/MG, 2026.

Nº	Ingrediente Ativo (i.a.)	Nº de aplicações	Estádio de aplicação	Dose (ppm)
1	Ethephon	1	R7	2000
2	Ethephon	2	R7 e R7 + 2 dias	1000 + 1000
3	Ácido Abscísico	1	R7	2000
4	Ácido Abscísico	2	R7 e R7 + 2 dias	1000 + 1000
5	Testemunha	-	Controle	-

Para monitoramento da perda de água pelos grãos, foram feitas 4 (quatro) amostragens após a aplicação dos fitorreguladores (2, 6, 10 e 15 dias), sendo colhidas 2 (duas) plantas inteiras da parcela útil de cada tratamento, debulhadas e pesadas (média de 30g/amostra) e levadas à estufa a 85°C por 24h. Após toda água ser evaporada pelo método da estufa, as parcelas foram pesadas novamente e a diferença entre o peso final e inicial foi contabilizado para elaboração da curva de perda de umidade.

Quando as plantas em campo atingiram o ponto de colheita (umidade média de 13%), procederam-se os testes de produtividade, germinação e envelhecimento acelerado em BOD, que foram realizados no laboratório multiuso do campus universitário do Grupo UNIS-MG.

O teste de germinação foi realizado segundo as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009), com algumas alterações, em Delineamento Inteiramente Casualizados (DIC), usando-se de quatro subamostras de 25 sementes, e utilizando como substrato papel de germinação, embebido com água destilada na proporção de 3 (três) vezes seu peso seco. Após a distribuição das sementes em camadas na caixa de germinação, estas foram mantidas em câmara úmida, à temperatura constante de 25°C. A contagem foi realizada 7 (sete) dias após a instalação do teste, e os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais.

O teste de envelhecimento acelerado foi conduzido em DIC com quatro subamostras de 25 sementes. Foram utilizadas caixas plásticas transparentes com tampa (gerbox), com 11 x 11 x 3 cm, adaptadas como minicâmaras, dentro das quais foram adicionados 40 mL de água destilada. Acima da água, foi colocado uma tela e sobre esta, as sementes. Em seguida, as caixas plásticas foram levadas para a câmara do tipo BOD, reguladas na temperatura de 42 °C, onde permaneceram por 48 horas (Marcos Filho, 1999). Após esse período, as sementes foram colocadas para germinar, conforme descrito no teste de germinação, e a contagem do número de plântulas normais foi realizada no

quinto dia após a instalação do teste. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

A análise estatística dos dados obtidos foi realizada com o auxílio do software SISVAR (Ferreira, 2019), realizando-se as análises de variância pelo Teste F e quando significativas, comparadas pelo teste de Tukey ou Scott-Knot para fatores qualitativos. Para o teor de água das sementes, fator quantitativo, o modelo usado para análise foi o de regressão. Quando o Teste F deu significativo, foi realizada análise, utilizando o procedimento de regressão polinomial e o teste de identidade de modelo.

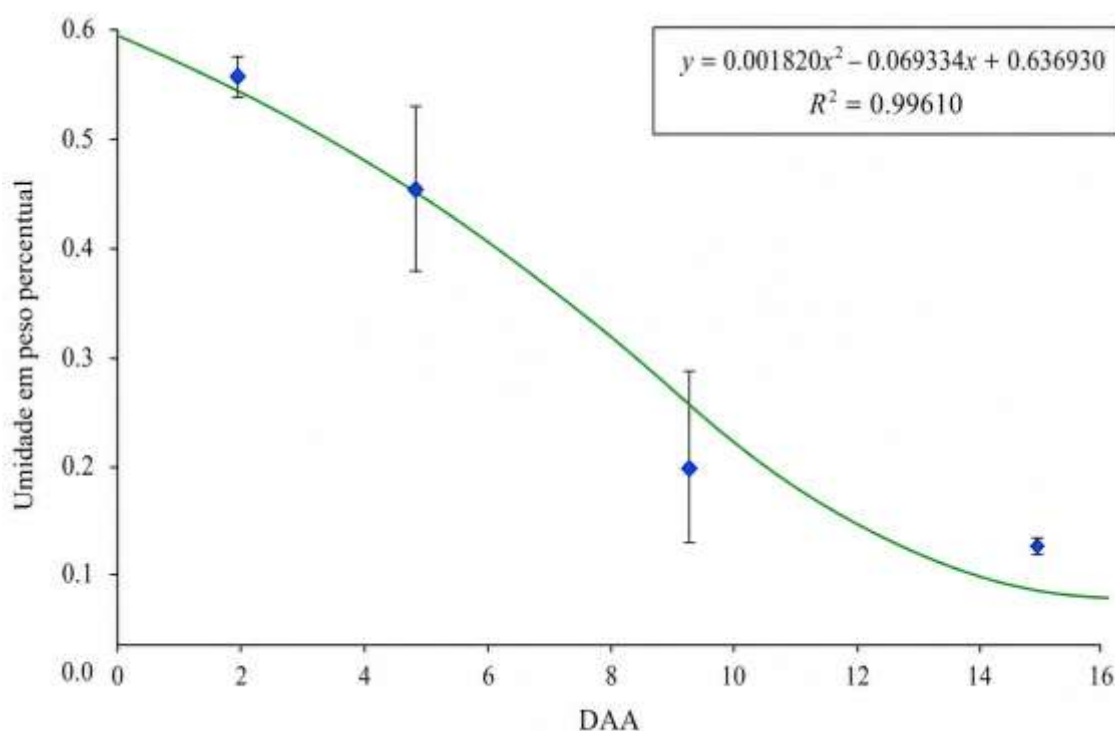
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 2 – ANOVA dos dados coletados para: umidade dos grãos ao longo do tempo (U), expressos em peso percentual da água evaporada em estufa, peso de 100 grãos (P) em gramas, teste de germinação (TG) e teste de envelhecimento acelerado (EA), expressos em porcentagem de plântulas normais. Três Pontas/MG, 2026.

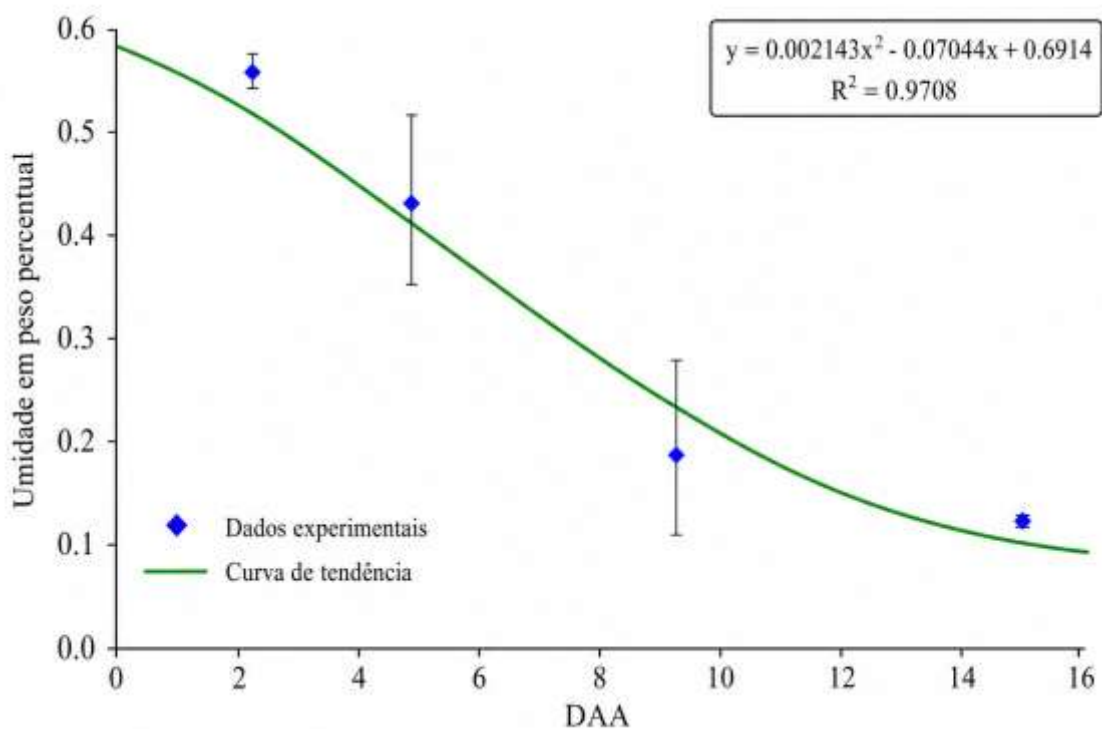
Fonte de Variação	GL	Pr>Fc (U)	Pr>Fc (P)	Pr>Fc (TG)	Pr>Fc (EA)
TRAT	4	0,000*	0,372	0,201	0,808
BLOCO	3	0,012*	0,705		
TEMPO	3	0,000*			
TRAT*TEMPO	12	0,000*			
CV(%) =		8,80	3,57	4,06	5,14
Média geral:		0,323	17,19	93,5	93,16

Com a diferença entre pesos após a secagem em estufa, obtiveram-se valores de umidade para as amostras colhidas em quatro (4) intervalos temporais pós aplicação dos produtos. Foi verificada a interação das variáveis tratamento e tempo pelo teste F e procedeu-se para análise de regressão. Para o parâmetro umidade, adequou-se uma função linear do segundo grau, do tipo $[f(x) = ax^2 - bx + c]$. Para todos os tratamentos ao longo do tempo verificou-se um coeficiente angular negativo e proporcionalmente menor quanto mais intensa a perda de água pelos grãos. A média dos tratamentos teve coeficiente de determinação (R^2), correspondendo a 97% de ajuste dos dados ao modelo, quando o pico de perda de água ficou entre o quinto (5) e nono (9) dia (Gráfico 1). A avaliação inicial com dois (2) DAA e a final com quinze (15) DAA não apresentou diferença quando avaliadas separadamente, devido à homogeneidade pré e pós dessecação, já o desvio padrão indica a discrepância dos valores computados na média na segunda e terceira avaliação, havendo diferenças significativas dentro de ambas análises.

Gráfico 1 – Médias observadas na umidade de grãos de soja em decorrência do



tempo em Dias Após Aplicação (DAA). Três Pontas/MG, 2026.



Os dados de perda de umidade para os tratamentos com aplicações únicas e sequenciais (R_7 ; R_7 e $R_7 + 2$ dias) não diferenciaram entre si. Foi verificada uma intensa

desfolha após a primeira aplicação dos produtos, o que acarretou queda dos órgãos permeáveis aéreos (folhas) que receberiam a segunda dose dos produtos, sendo uma das causas possíveis para semelhança dos tratamentos.

A partir da análise dos dados, é possível definir a maturação populacional uniforme aos 119 dias para os tratamentos, sem interferência de chuvas no processo, e considera-se viável a entrada do maquinário para colheita seis dias antes do esperado, que seria aos 125 dias. Com isso, entende-se que a maturação observada a campo foi condizente com o grupo de maturação da cultivar (125 dias), segundo o próprio detentor da patente da semente, corroborando à recomendação. A avaliação de quinze (15) dias, quando não foi constatada diferença entre os tratamentos, reforça que aos 125 dias o material está no ponto de colheita, como indicado pelo grupo de maturação da cultivar (Tabela 3).

A perda de água é considerada um processo físico, resultado do aquecimento e desprendimento da água a partir dos raios solares e ventos. As folhas, além de desempenharem papel fisiológico no organismo vegetal, também promovem conforto térmico e regulação das trocas gasosas, ou seja, perda de água. Uma perda de água em estágio iniciais de maturação pode causar danos ao tegumento da semente (Marcandalli et al. 2011). Para uma colheita segura, é indicada a entrada das máquinas quando o grão se encontra com teores de umidade próximos a 18% no campo (Silva e Queiroz, 1998).

Tabela 3 – Ciclo em dias após a semeadura de soja tratada com ethephon e ácido abscísico. Três Pontas/MG, 2026.

Tratamento	Estádios	Dias após a germinação		Antecipação (dias)
		Aplicação(ões)	Colheita (estimada)	
Ethephon 1	R ₇	110	119	6
Ethephon 2	R₇	110 e 112	119	6
Ácido Abscísico 1	R ₇	110	119	6
Ácido Abscísico 2	R₇	110 e 112	119	6
Testemunha	—	Sem aplicação	125	—

As perdas de água decorrentes da dessecação, como observadas pela comparação entre os teores de água presentes no material ao quinto (5) e nono (9) dias pós aplicação (Tabela 4), foram avaliadas em laboratório em função do peso da água desprendida pelas amostras coletadas ao longo do tempo e indiretamente mensuradas pela ação solar na secagem. Ressalta-se, nesse sentido, que uma boa dessecação está relacionada à injúria causada à membrana da célula no tecido foliar, o que permite uma rápida perda de água pela planta (Lacerda et al., 2001).

Para dimensionar a intensidade da perda de umidade com os dessecantes e sem, foi usado um coeficiente de perda de umidade diária, ao segundo (2) dia após a aplicação, o peso representando o teor médio de água do tratamento controle foi de 570g.kg⁻¹ e quando a amostragem foi realizada aos sete (7) dias, foi de 299g.kg⁻¹, levando a um coeficiente de perda diário (CPD) de -38g de água por 1kg de grão de soja, enquanto que

para os tratamentos foram coletados valores médios de 552g.kg^{-1} e 158g.kg^{-1} , resultando um CPD médio de -56g.kg^{-1} para o mesmo período, uma perda mais acentuada com uso dos produtos testados. Esses valores são condizentes com valores encontrados por Bezerra et al. (2014) e a antecipação prevista da colheita se compara a dessecantes químicos como descrito por Araújo et al. (2018). Nos tratamentos, a desfolha provocou dessecação intensa da planta, pois o processo de abscisão foliar é fortemente sinalizado por esses fitorreguladores (Fraga et al., 2021). Foi verificada a diferença significativa entre os tratamentos nos dias cinco (5) e nove (9), quando comparados com a testemunha, o que comprova a hipótese de que os produtos foram eficientes no processo de aceleração da perda de água pelo dossel. Nesse sentido, esse foi o tempo necessário para que a ação dos produtos impactasse na perda de água pelos grãos, ou seja, o período em que houve a antecipação na secagem (Tabela 4).

Tabela 4 – Valores referentes à umidade dos grãos, expressos em percentual de água nas amostras, ao quinto (5) e nono (9) dias após aplicação (DAA). Três Pontas/MG, 2026.

Tratamentos	5 dias	9 dias
Ethephon 1	0,400 a	0,189 a
Ethephon 2	0,371 a	0,138 a
Ácido Abscísico 1	0,395 a	0,151 a
Ácido Abscísico 2	0,444 a	0,160 a
Testemunha	0,537 b	0,299 b

- Médias seguidas da mesma letra na coluna não se diferenciam entre si pelo teste Scott-Knott a 1% de probabilidade.

Para o fator produtividade, verifica-se que não houve diferença entre os tratamentos utilizados (Tabela 2), sendo que o teste foi realizado a partir do peso de 100 grãos e relacionados à quantidade de grãos/planta e densidade de plantio, o que corresponde a uma produtividade média de 5875kg.ha^{-1} . Esperava-se alguma interferência dos tratamentos, visto que estudos científicos indicam a dependência de N remobilizado no enchimento do grão em produções maiores que 3000 kg.ha^{-1} (Ortez et al., 2019).

Considerando a matéria seca acumulada definida na maturidade fisiológica (Poeta et al., 2014), aplicações precoces são, de fato, as que possuem maior potencial de alterar o peso do grão. Nesse caso, não havendo uma diferenciação estatística na produtividade entre as plantas dessecadas e aquelas não dessecadas, mesmo em estágio anterior à maturidade, isso indica que o dreno de água mais intenso pós-aplicação não afetou o enchimento do grão, demonstrando o baixo potencial agressivo das substâncias experimentadas, que por mimetizarem funcionalidades naturais, não sobrepõem o metabolismo da planta. A falta de subsídio estatístico para afirmar que os produtos atuaram em sinergia com o metabolismo da planta ainda precisa ser elucidado e deve ser estudado a fim de avaliar possíveis ganhos futuros na produtividade. Entretanto, a não materialização das perdas esperadas para aplicações precoces de dessecantes químicos já

pode ser considerada um avanço aos métodos tradicionais de desseca, pois possibilita uma janela de aplicação maior.

A avaliação da germinação e envelhecimento acelerado, seguido de germinação, expressos em porcentagem de plântulas normais, apontou não haver relação entre os tratamentos e fatores degenerativos relacionados à semente. Para ambos os testes, não há diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 2). A má-formação de sementes ocorre devido a aplicações frequentes de herbicidas dessecantes, visto que as moléculas reagem de forma a prejudicar algum metabolismo da planta, e assim, acabam interferindo no processo de formação da semente (Albrecht et al., 2022). Esse fator não foi observado com a utilização de fitorreguladores, mesmo com aplicação de superdosagens, como foi o caso do Ethrel, que foi aplicado numa concentração duas (2) vezes superior àquela recomendada na bula. Para a dessecação tradicional, como apontado por Albrecht et al. (2022), quando as sementes geralmente são prejudicadas por aplicações anteriores ao estágio R_{7.2}, são constatadas formações deletérias com alto uso de moléculas exógenas, prejudicando germinação (Perboni et al., 2018), o que não foi o caso deste trabalho. Isso reforça que o potencial tóxico de fitorreguladores, aplicados de forma exógena, é muito baixo devido a boa assimilação pela planta.

5 CONCLUSÃO

Os produtos testados são eficientes na dessecação de pré-colheita da soja, permitindo antecipar a colheita em até seis dias, desde que as condições de secagem não sofram influência pluviométrica.

Não foi verificado prejuízo econômico na produtividade da soja, especialmente quando os produtos foram aplicados na fase R₇. Contudo, reforça-se o aprofundamento em doses menores e estágios fenológicos anteriores a fim de explorar potenciais sinergias entre os produtos e a senescência da soja.

Não foram constatados danos às funções germinativas das sementes com o uso dos dessecantes.

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.
- 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.
- 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.
- BEZERRA, A. R. G.; SEDIYAMA, T.; NOBRE, D. A. C.; FERREIRA, L. V.; SILVA, F. C. S.; SILVA, A. F.; ROSA, D. P. Efeito da dessecação com etefão na produção e qualidade da soja. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 37, n. 3, p. 312–319, 2014.
- 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, n. 9).
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Regras para análise de sementes*. Brasília: Mapa/ACS, 2009.
- DENG, J.; HUANG, X.; CHEN, J.; VANHOLME, B.; GUO, J.; HE, Y.; QIN, W.; ZHANG, J.; YANG, W.; LIU, J. Shade stress triggers ethylene biosynthesis to accelerate soybean senescence and impede nitrogen remobilization. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 210, p. 108658, 2024.
- EL, M. Y.; AKABANE, K.; HIRATSU, K. et al. The NAC transcription factor gene *OsY37 (ONAC011)* promotes leaf senescence and accelerates heading time in rice. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 18, n. 10, p. 2165, 2017.
- EMBRAPA. Dessecação é uma importante estratégia no manejo da soja. Londrina, 2018. Disponível em: www.embrapa.br. Acesso em: 01 nov. 2025.
- EMBRAPA. História da soja. Londrina, 2025. Disponível em: 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 analysis system to fixed effects split-plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, n. 4, p. 529–535, 2019.

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.

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.

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, 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.

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.

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

LACERDA, A. L. S. et al. Aplicação de dessecantes na cultura da soja: antecipação da colheita e produção de sementes. **Planta Daninha**, v. 19, n. 3, p. 381-90, 2001.

MARCANDALLI, L. H.; LAZARINI, E.; MALASPINA, I. C. Época de aplicação de dessecante na cultura da soja: qualidade fisiológica de semente. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 2, p. 241–250, 2011.

MARCOS FILHO, J. *Testes de vigor: importância e utilização*. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, 1999. p. 1–21.

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.

- PERBONI, L. T.; AGOSTINETTO, D.; VARGAS, L.; CECHEIN, J.; ZANDONÁ, R. R.; FARIAS, H. S. Yield, germination and herbicide residue in seeds of preharvest desiccated wheat. **Journal of Seed Science**, v. 40, n. 3, p. 304–312, 2018.
- PIGNATI, W. A.; LIMA, F. A. N. S.; LARA, S. S.; CORREA, M. L. M.; BARBOSA, J. R.; LEÃO, L. H. 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, 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.
- SILVA, J. S.; QUEIROZ, D. M. Colheita, trilha, secagem e armazenamento. In: VIEIRA, C.; PAULA JUNIOR, T. J.; BORÉM, A. (Ed.). *Feijão: aspectos gerais e cultura no estado de Minas Gerais*. Viçosa: UFV, 1998. p. 559–587.
- 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.
- WILSON, R. F. Seed composition. In: *Soybeans: Improvement, production and uses*. 3. ed. Madison, WI: ASA, CSSA, SSSA, 2004.
- WOO, H. R.; KIM, H. J.; LIM, P. O.; NAM, H. G. Leaf senescence: systems and dynamics aspects. **Annual Review of Plant Biology**, v. 70, p. 347–376, 2019.
- 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.