

Performance de herbicidas na dessecação pré-colheita de cultivares de soja

Herbicides performance in pre-harvest desiccation of soybean cultivars

Weverton F. Santos^a, Adalbert Horvathy Neto^b, Alessandro G. da Silva^{b*}, Alessandro L. Braccini^c, Guilherme B. P. Braz^b, Adriano Jakelaitis^a, Adriano Perin^a

^aInstituto Federal Goiano, Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias, Rio Verde, Goiás, Brasil. ^bUniversidade de Rio Verde, Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal, Rio Verde, Goiás, Brasil. ^cUniversidade Estadual de Maringá, Programa de Pós-graduação em Agronomia, Maringá, Paraná, Brasil.

Resumo: **Introdução:** A dessecação de pré-colheita tornou-se comum no cultivo de soja, principalmente pela necessidade de antecipação da colheita para grãos ou sementes. Contudo, existem poucos herbicidas registrados para esta prática, podendo ainda apresentar efeitos distintos conforme a região de cultivo da cultura.

Objetivo: Diante disto, este trabalho teve o objetivo de avaliar os efeitos de herbicidas nas características agrônomicas e na qualidade fisiológica das sementes de soja em duas importantes regiões produtoras do Brasil.

Métodos: Os experimentos foram conduzidos em Rio Verde, Goiás e Maringá, Paraná. Os tratamentos foram constituídos pela aplicação dos herbicidas 2,4-D, atrazine, glufosinate e paraquat, acrescido da testemunha, aplicados na maturidade fisiológica das cultivares de soja BRS 7560®, M-Soy 6101®, NK 9070 RR®, BMX Potência RR®.

Resultados: Os resultados obtidos permitiram notar que os herbicidas não influenciaram a produtividade de grãos e os componentes de produtividade, além dos mesmos serem eficazes em antecipar a desfolha das plantas em ambas as localidades. Além disto, as cultivares de soja tiveram a germinação e o vigor das sementes influenciado diferentemente pelos herbicidas.

Conclusões: Os herbicidas atrazine, 2,4-D, paraquat e glufosinate não influenciaram a produtividade de grãos e foram eficazes em antecipar a desfolha das plantas em ambos os locais experimentais.

Palavras-chave: antecipação da colheita, características agrônomicas, *Glycine max*, produtividade de grãos, qualidade de sementes, vigor.

Abstract: **Background:** Pre-harvest desiccation has become common in systems grown with soybeans, mainly by the need to harvest anticipation for grains or seeds. However, there are few herbicides registered for this practice, and may present different results according to the culture region of the crop.

Objective: In view of this, the objective of this study was to evaluate the effects of the application of desiccant herbicides on the agronomic characteristics and the physiological quality of soybean seeds in two important soybean producing regions of Brazil.

Methods: The experiments were conducted in Rio Verde, Goiás and Maringá, Paraná. The treatments were constituted by the application of herbicides 2,4-D, atrazine, ammonium glufosinate and paraquat plus control treatment, applied to the physiological maturity of soybean cultivars BRS 7560®, M-Soy 6101®, NK 9070 RR®, BMX Potência RR®.

Results: The results allowed to notice that the herbicides did not influence the grain yield and yield components, besides being effective in anticipating the defoliation of the plants in both locations. Additionally, soybean cultivars had germination and seed vigor differently influenced by herbicides.

Conclusions: The herbicides atrazine, 2,4-D, paraquat and glufosinate did not influence grain yield and were effective in early plant defoliation in both experimental localities.

Keywords: harvest anticipation, agronomic characteristics, *Glycine max* L., yield, seed quality, vigor.

Journal Information:

ISSN: 2763-8332

Website: <https://www.weedcontroljournal.org/>

Jornal da Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas

Como citar: Santos WF, Horvathy Neto A, Silva AG, Braccini AL, Braz GBP, Jakelaitis A, Perin A. Performance de herbicidas na dessecação pré-colheita de cultivares de soja. Weed Control J. 2023;22:e202300777. <https://doi.org/10.7824/wcj.2023;22:00777>

Aprovado por:

Editor-Chefe: Daniel Valadão Silva

Editor Associado: Paulo Vinicius da Silva

Conflitos de interesse: Os autores declaram não haver conflito de interesses em relação à publicação deste manuscrito.

Recebido: Dezembro 7, 2021

Aprovado: Junho 6, 2023

*** Corresponding author:**

<silvaag@yahoo.com.br>



Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da Licença de Atribuição Creative Commons, que permite o uso irrestrito, distribuição e reprodução em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Copyright: 2023

1. Introdução

A utilização de herbicidas visando à antecipação da colheita tem sido comum nos sistemas agrícolas. Na cultura da soja, a dessecação em pré-colheita acelera o processo de senescência das plantas e padroniza a secagem das sementes no campo (Veiga et al., 2007). Com isso, antecipa-se a colheita das lavouras favorecendo, dentre muitos fatores, a implantação das culturas em sucessão. Ademais, a dessecação diminui o teor de impurezas, reduzindo custos na secagem das sementes e o período de ação de pragas e patógenos que incidem sobre a cultura após maturidade fisiológica, bem como, às adversidades climáticas (Griffin et al., 2010).

As intempéries como as precipitações ocorridas após a maturidade fisiológica das cultivares, associadas as oscilações de umidade relativa do ar, influenciam o grau de umidade das sementes, que é altamente dependente das condições do ambiente. Assim, as sementes podem apresentar lesões causadas pelas expansões e contrações do tegumento após uma série de ciclos de umedecimento e secagem influenciando no vigor das mesmas (Daltro et al., 2010).

No Brasil, a utilização de herbicidas na dessecação pré-colheita tem se justificado pela necessidade de antecipação da implantação da cultura de sucessão e a ocorrência de períodos com altos índices de precipitação na colheita, comuns nas principais regiões produtoras de soja do país, como no Sul e no Centro-Oeste. Além disto, o atraso na colheita, associada à exposição das sementes a umidade, variações de temperatura e precipitações, exercem influência negativa na qualidade fisiológica das sementes, ocasionando reduções na germinação e vigor (Diniz et al., 2013; Pereira et al., 2015a; Finoto et al., 2017; Rigo et al., 2018).

Além disso, a busca por maiores produtividades da soja, com uso frequente e cada vez maior de cultivares de ciclo precoce, pode contribuir para a ocorrência de maturidade desuniforme da cultura (Marcandalli et al., 2011). Esses fatos, associados às características higroscópicas das sementes, podem interferir nos

componentes de rendimento e na produtividade de grãos, bem como na qualidade fisiológica das sementes (Sediyama, 2013).

Quando se utiliza herbicidas para dessecação da soja, pode haver resultados distintos no vigor em função da variabilidade genética das cultivares (Delgado et al., 2015; Botelho et al., 2016; Bellaloui et al., 2022) e das características das regiões de cultivo. Em climas tropicais e subtropicais a deterioração da semente ocorre de forma mais acelerada, quando comparada a regiões de clima de temperatura mais amena. Ressalta-se que apesar da dessecação ser considerada uma prática cultural simples, constantemente são verificados nas lavouras equívocos cometidos pelos produtores, principalmente no que se refere as aplicações em estádios fenológicos inapropriados e ao uso de herbicidas inadequados para realização dessa prática (Guimarães et al., 2012; Toledo et al., 2012).

Atualmente, existem poucas opções de herbicidas registrados para a dessecação em pré-colheita da soja (Agrofit, 2021). O paraquat e o diquat apresentam mecanismos de ação de inibição do fotossistema I, reduzindo o teor de água da biomassa verde favorecendo a secagem das plantas (Lacerda et al., 2003b). Em geral, estes herbicidas apresentam ação de contato com reduzida redistribuição no interior das plantas e baixa persistência no solo (Santos et al., 2004). Dentre essas poucas alternativas, o paraquat, que consistia no herbicida mais utilizado com a finalidade de dessecação pré-colheita desta cultura, teve seu uso proibido no Brasil a partir da safra 2020/2021 (Anvisa, 2017).

O desenvolvimento de pesquisas buscando o aprimoramento da dessecação em pré-colheita na cultura da soja é indispensável, considerando que os produtos disponíveis no mercado podem apresentar diferentes respostas dependendo da região e das cultivares utilizadas. Neste sentido, este estudo teve o objetivo de avaliar os efeitos da aplicação de herbicidas na dessecação pré-colheita da soja sob o desempenho agrônomo e a qualidade fisiológica das sementes.

2. Material e Métodos

Os experimentos foram conduzidos de novembro de 2010 a março de 2011 em dois importantes municípios produtores de soja do Brasil: Rio Verde, Goiás (17° 47' S; 50° 57' O; e 773 m de altitude) e Maringá, Paraná (23° 25' S; 51° 57' O; e 537 m de altitude).

Segundo a classificação de Köppen, o clima de Rio Verde é do tipo Cwa, com estação seca no inverno e úmida no verão. As chuvas são concentradas no verão e período seco na estação de inverno. A média anual da precipitação e temperatura é de 1.500 mm e 23° C, respectivamente (Cardoso et al., 2015). Em Maringá, o clima é do tipo Cfa, mesotérmico úmido, com verões quentes e geadas pouco frequentes, tendência de concentração de chuvas nos meses de verão, sem estação seca definida (Manosso et al., 2013). Os dados climatológicos dos locais de condução dos experimentos estão representados na Figura 1.

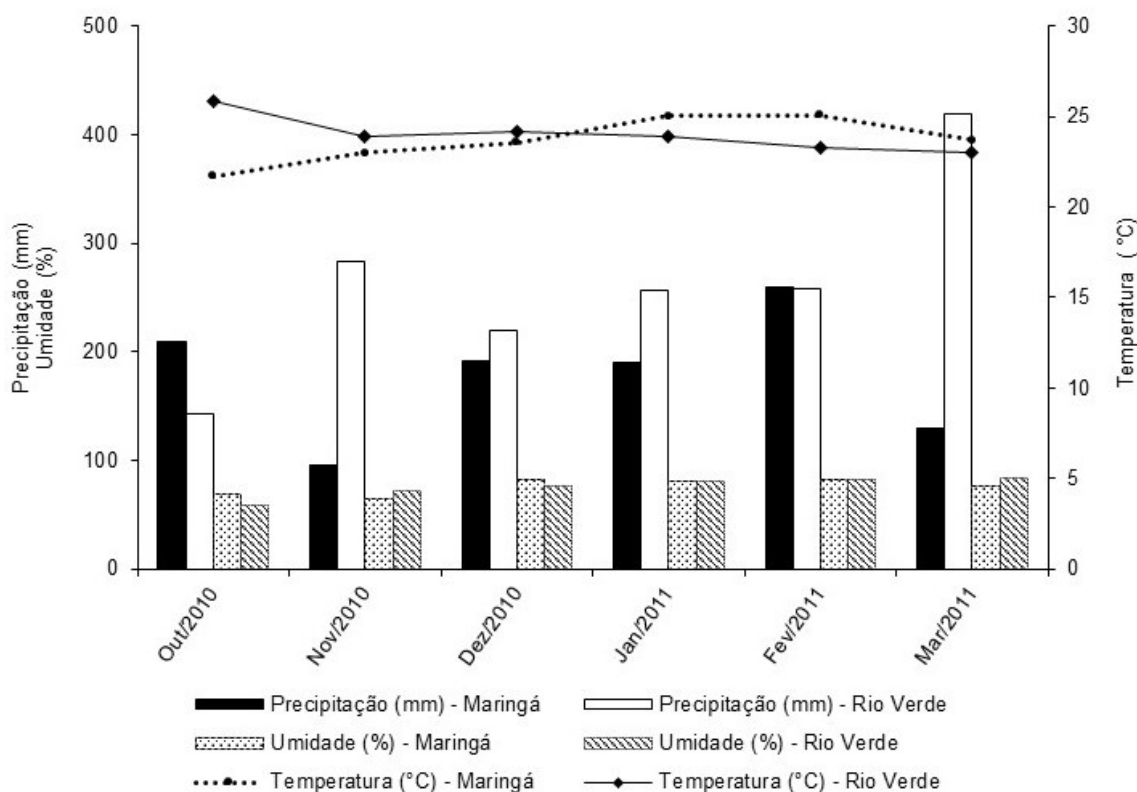


Figura 1. Dados de precipitação pluvial (mm), umidade relativa do ar (%) e temperatura média (°C) durante o período de condução dos experimentos. Rio Verde (GO) e Maringá (PR), 2010/11.

O solo do experimento em Rio Verde é classificado como Latossolo Vermelho distrófico e o de Maringá como Argissolo Vermelho distroférrico (Santos et al., 2018). Os resultados da análise da amostra de solo na camada de 0-20 cm em Rio Verde foram: pH em CaCl_2 : 4,2; Ca, Mg, K, Al, H + Al, CTC e SB: 1,3; 0,8; 0,3; 0,5; 6,4; 8,9 e 2,4 em $\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$, respectivamente; P: 4,1 mg dm^{-3} ; saturação de bases e de alumínio: 27,7 e 16,8%, respectivamente; Cu, Zn, Fe e Mn: 5,5; 2,2; 99 e 186 em mg dm^{-3} , respectivamente; matéria orgânica: 35,9 g dm^{-3} ; argila, silte e areia: 580; 120, e 300 g kg^{-1} , respectivamente. Já em Maringá, os resultados foram: pH em CaCl_2 : 4,7; Ca, Mg, K, Al, H + Al, CTC e SB: 2,6; 0,9; 0,3; 0; 3,4; 7,4 e 4 em $\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$, respectivamente; P: 7,9 mg dm^{-3} ; saturação de bases e de alumínio: 26,2 e 17,3%, respectivamente; Cu, Zn, Fe e Mn: 10; 3,4; 109,5 e 141,7 em mg dm^{-3} , respectivamente; matéria orgânica: 9,1 g dm^{-3} ; argila, silte e areia: 280; 50; e 670 g kg^{-1} , respectivamente.

Em ambos os locais foi empregado o delineamento experimental de blocos casualizados com quatro repetições. Os tratamentos foram dispostos no esquema fatorial 5×4 . O primeiro fator correspondeu a quatro herbicidas aplicados na maturidade fisiológica da soja (estádio R_7) e uma testemunha sem aplicação. Os herbicidas avaliados foram 2,4-D amina (2,4 D 806 RN, 806 g L , Nufarm) (1.209 g i.a. ha^{-1}); atrazina (Atrazine, 400 g L , Syngenta) (2.500 g i.a. ha^{-1}), glufosinate de amônio (Finale, 200 g L , Bayer) (400 g i.a. ha^{-1}) e paraquat (Gramoxone, 200 g L , Syngenta) (400 g i.a. ha^{-1}). No preparo da calda de aplicação dos herbicidas glufosinate e paraquat, foram adicionados, respectivamente, os adjuvantes Aureo® e Agral®, ambos aplicados na dose de 0,1% v v⁻¹. O segundo fator foi relacionado a quatro cultivares de soja de expressão de cultivo em ambas as localidades: BRS 7560®, M-Soy 6101®, NK 9070 RR®, BMX Potência RR® nas populações de plantas de 360.000, 400.000, 350.000 e 300.000 plantas ha^{-1} . Exceto a BRS 7560®, todas as cultivares são de hábito de crescimento indeterminado.

As unidades experimentais foram compostas por parcelas com dez linhas de 12 m de comprimento, espaçadas de 0,5 m. Nas parcelas, onde se realizaram as avaliações, considerou-se apenas as quatro linhas centrais, desprezando-se 3,5 m em cada extremidade da parcela (10 m^2). Em ambas as localidades, a semeadura foi realizada com semeadora mecanizada com deposição das sementes a 2 cm de profundidade. Na semeadura foi efetuada adubação no sulco com 370 kg ha^{-1} do formulado 04-14-18.

Em Rio Verde, a semeadura foi realizada em 19/11/2010 e a aplicação dos tratamentos quando cada cultivar atingiu o estágio R_7 de maturação, com auxílio de um pulverizador costal pressurizado a CO_2 munido de barra com seis pontas Teejet XR 110.02, espaçados em 0,5 m, pressão de 20 kgf cm^{-2} e volume de calda de 200 L ha^{-1} . As condições climáticas médias registradas no momento da aplicação foram temperatura de 28,6° C, velocidade do vento de 2,5 m s^{-1} e umidade relativa do ar de 69%.

Em Maringá, a semeadura foi realizada em 27/11/2010 e a aplicação dos herbicidas seguindo os mesmos procedimentos descritos anteriormente. As condições climáticas médias registradas no momento da aplicação foram temperatura de 26,0° C, velocidade do vento de 1,5 m.s^{-2} e umidade relativa do ar de 75%. Em ambos os locais e para evitar interferências no desenvolvimento da soja, foram realizados os tratos culturais (controle de plantas daninhas,

pragas e doenças) de acordo com os recomendados para a cultura. A colheita foi realizada aos sete dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas para cada cultivar e a região de semeadura.

Nas avaliações de campo, feitas na área útil das parcelas, foram atribuídas notas percentuais para desfolha aos 0 e 7 DAA, bem como o percentual de plantas acamadas. Ainda antes da colheita, avaliou-se a população de plantas (contagem das plantas na área útil da parcela). Aos 7 DAA, quando as vagens apresentavam coloração típica de vagem madura, coletou-se manualmente, todas as plantas da área útil, as quais, após identificação, foram colocadas em sacos de estopa e acondicionadas para secagem. Após esse processo foram obtidos o total de vagens por plantas. Posteriormente, as amostras foram trilhadas mecanicamente para determinação da produtividade e peso da massa de mil grãos, levando-se em consideração o teor de água de 13%.

As sementes foram avaliadas vinte dias após a colheita pelos testes de germinação, primeira contagem de germinação, envelhecimento acelerado e condutividade elétrica. Para o primeiro teste, foram utilizadas quatro subamostras de cinquenta sementes por repetição de campo, distribuídas em rolos de papel toalha e colocadas para germinar a 25° C. As avaliações das plântulas foram realizadas aos cinco e oito dias após a instalação do teste, sendo os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais (Brasil, 2009). Na primeira contagem, considerou-se o vigor das sementes e na segunda o percentual de germinação final.

O teste de envelhecimento acelerado foi conduzido com quatro subamostras de cinquenta sementes. Utilizou-se 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 desta, foi colocada uma tela para acondicionamento das sementes. Em seguida, as caixas plásticas foram levadas para a câmara do tipo BOD, regulada na temperatura de 42° C ($\pm 0,3^\circ \text{C}$), onde permaneceram por 48 h (Marcos Filho, 1999). Após esse período, as sementes foram colocadas para germinar, sendo realizada a contagem do número de plântulas normais no quinto dia após a instalação do teste. Os resultados também foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

O teste de condutividade elétrica, foi realizado com quatro subamostras de vinte e cinco sementes. As amostras foram pesadas em balança de precisão, embebidas em recipiente do tipo copo plástico contendo 75 mL de água destilada e, então, mantidas em câmara (germinador) à temperatura de 25° C por 24 h. Após este período, foi realizada a leitura da condutividade elétrica com condutivímetro digital (Marcos Filho, 1999).

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F separadamente para cada local. Quando constatado efeito significativo para os fatores testados, empregou-se o teste de Tukey ($p < 0,05$) para a comparação das médias dos tratamentos. Para a análise estatística, utilizou-se o software estatístico Sisvar (Ferreira, 2011).

3. Resultados e Discussão

Em ambas as localidades, foram constatados efeitos significativos para a interação dos herbicidas em relação às cultivares analisadas (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo da análise de variância dos experimentos conduzidos com a aplicação de herbicidas visando à antecipação da colheita da soja. Rio Verde (GO) e Maringá (PR), 2010/11.

FV	GL	Características agrônômicas						Qualidade das sementes			
		DES1	DES2	ACA	NVP	MMG	PROD	CTPG1	CTPG2	CE	EA
Rio Verde (GO)											
Bloco	3	397,1	0,9	0,20	177,1	466.404,0	322.371,8	5,9	19,9	30,9	69,9
Herbicida (H)	4	83,5	1.053,2**	0,30**	64,0	23,0	63.961,2	18,4	114,2**	48,8	83,3
Cultivar (C)	3	4.468,4**	600,3**	0,70**	2.954,5**	12.158,5**	40.426,4	211,5**	10,1	656,4**	150,3*
H x C	12	47,9	174,9**	0,27**	38,2	80,2	90.629,5*	118,8**	129,2**	41,7	76,5
Resíduo	57	147,2	2,6	0,11	97,8	142,0	43.687,7	20,2	20,0	35,2	49,5
C.V (%)		20,2	1,7	28,6	18,4	8,7	7,3	10,2	5,2	20,5	14,8
Maringá (PR)											
Bloco	3	568,4	1,9	0,01	177,1	40,3	68.218,0	8,7	1,1	67,2	2,3
Herbicida (H)	4	21,6	157,6**	0,20**	64,0	50,7	257.015,2	144,0*	75,1	47,1	311,5**
Cultivar (C)	3	7.248,1**	169,8**	62,60**	2.954,5**	3.969,4**	1.864.921,3**	81,0	53,6	187,3	139,1*
H x C	12	13,7	54,5**	0,20**	38,2	167,4*	99.100,5	73,2	77,5**	334,3**	215,3**
Resíduo	57	64,8	3,8	0,04	97,8	81,7	125.944,0	43,1	35,2	121,1	47,7
CV (%)		13,3	2,0	10,4	16,5	6,4	12,5	9,7	7,1	41,5	16,7

** e * significativo: $p \leq 0,01$ e $p \leq 0,05$ pelo teste de F, respectivamente. DES1 e DES2: Desfolha aos 0 e 7 DAA, respectivamente; ACA: acamamento; NVP: número de vagens por planta; MMG: massa de mil grãos; PROD: produtividade; CTPG1 e CTPG2: primeira e segunda contagem do teste padrão de germinação, respectivamente; CE: condutividade elétrica; EA: envelhecimento acelerado.

3.1. Experimento de Rio Verde (GO)

Devido aos distintos grupos de maturação, as cultivares apresentaram diferenças significativas do percentual de desfolha antes da aplicação dos herbicidas (0

DAA) (Tabela 2). O comportamento mais a precocidade da M-Soy 6101® fez com que esta cultivar tivesse maior percentual de desfolha em relação às demais. As cultivares NK 9070 RR® e BMX Potência RR® foram similares quanto à desfolha, enquanto que a BRS 7560® foi a de menor desfolha.

Tabela 2. Valores médios de desfolha aos 0 DAA (DES1), número de vagens por planta (NVP), massa de mil grãos (MMG), condutividade elétrica (CE) e teste envelhecimento acelerado (EA) após aplicações de herbicidas em pré-colheita de soja. Rio Verde (GO), 2010/11.

Cultivares	DES1 (%)	NVP	MMG (g)	CE (%)	EA ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$)
BRS 7560®	44 c	33,6 c	166 a	33,6 c	66,0 a
M-Soy 6101®	80 a	40,4 b	148 b	40,4 b	67,4 a
NK 9070 RR®	57 b	47,5 a	110 d	47,5 a	71,7 a
BMX Potência RR®	60 b	38,7 b	126 c	38,7 b	71,0 a

Médias seguidas por mesmas letras minúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Devido a maior precocidade da M-Soy 6101® e a maior desfolha na primeira avaliação, não foram constatados efeitos dos herbicidas aos 7 DAA para esta cultivar (Tabela 3). No entanto, nesta mesma época, constatou-se que as cultivares NK 9070 RR® e BRS 7560® apresentaram maior suscetibilidade ao glufosinate e ao paraquat (maior percentual de desfolha em relação aos demais herbicidas), acrescido da atrazine para a BMX Potência RR®. Para esta cultivar, o glufosinate foi o que ocasionou o menor percentual de desfolha entre os herbicidas utilizados, mas mesmo assim foi superior à respectiva testemunha da cultivar em questão.

Em princípio, pode-se notar que o glufosinate, seguido do 2,4-D e da atrazine surgem como alternativas ao paraquat, visto que estes herbicidas proporcionaram, nesta sequência, os maiores índices de desfolha entre todas as cultivares de

soja. Isto é fundamental quando se objetiva antecipar a desfolha para realizar a colheita da soja, como destacado por Silva et al. (2022). Isto torna-se mais relevante quando se objetiva a implantação das culturas em sucessão, como milho, sorgo ou milheto. Estas culturas tem a produtividade aumentada quando se antecipa a época de semeadura nas condições do Brasil Central, devido a problemas de estresse hídrico, e no Sul, em função das baixas temperaturas ou até mesmo a ocorrência de geadas em estádios avançados de desenvolvimento da cultura de sucessão (Shioga e Gerage, 2010).

Os herbicidas atrazine, glufosinate e paraquat não influenciaram o acamamento de plantas das cultivares (Tabela 3). Já o 2,4-D ocasionou maior acamamento da BRS 7560® em relação as cultivares NK 9070RR® e BMX

Potência RR®, embora os valores foram menores que 2%. Um fato interessante a se destacar é que a cultivar de maior percentual de desfolha na dessecação (M-Soy 6101®) apresentou maior acamamento e um número reduzido de

vagens na planta. Já esta última variável teve relação inversa com a massa de mil grãos, confirmando a plasticidade fenotípica da cultura da soja (Suhre et al., 2014; Balbinot Júnior et al., 2018).

Tabela 3. Desfolha, acamamento, produtividade de grãos e contagens do teste padrão de germinação após aplicações de herbicidas em pré-colheita da soja. Rio Verde (GO), 2010/11.

Cultivares	Herbicidas				
	2,4-D	Atrazine	Glufosinate	Paraquat	Testemunha
Desfolha aos 7 DAA (%)					
BRS 7560®	90 bB	91 cB	100 aA	100 aA	79 cC
M-Soy 6101®	100 aA	100 aA	100 aA	100 aA	95 aB
NK 9070 RR®	90 bB	80 dC	100 aA	99 aA	60 dD
BMX Potência RR®	97 aA	97 bA	94 bB	99 aA	83 bC
Acamamento (%)					
BRS 7560®	1,7 aA	1,0 aB	1,0 aB	1,0 aB	1,0 bB
M-Soy 6101®	1,5 abAB	1,0 aB	1,5 aAB	1,0 aB	2,0 aA
NK 9070 RR®	1,0 bA	1,0 aA	1,0 aA	1,0 aA	1,0 bA
BMX Potência RR®	1,0 bA	1,0 aA	1,0 aA	1,0 aA	1,0 bA
Produtividade (kg ha ⁻¹)					
BRS 7560®	2.788 aA	2.618 bA	2.869 aA	2.925 aA	2.800 aA
M-Soy 6101®	2.994 aA	2.758 abA	2.622 aA	2.809 aA	2.995 aA
NK 9070 RR®	3.083 aA	3.006 abAB	2.624 aB	2.904 aAB	2.895 aAB
BMX Potência RR®	2.808 aA	3.076 aA	2.884 aA	2.763 aA	2.844 aA
1ª Contagem do teste padrão de germinação (%)					
BRS 7560®	75,0 bAB	81,5 aA	68,0 cB	71,5 bB	75,0 abAB
M-Soy 6101®	75,0 bA	74,0 abA	77,5 bA	79,0 abA	72,5 bA
NK 9070 RR®	79,5 abAB	80,5 aAB	85,5 abA	72,5 bB	81,5 aA
BMX Potência RR®	83,5 aA	71,0 bB	86,0 aA	85,5 aA	78,5 abAB
2ª Contagem do teste padrão de germinação (%)					
BRS 7560®	83,5 aA	87,5 aA	74,5 bB	80,0 bAB	82,5 aAB
M-Soy 6101®	83,0 aB	85,0 abAB	87,0 aAB	92,0 aA	82,5 aB
NK 9070 RR®	86,5 aAB	90,0 aA	91,5 aA	78,0 bB	87,5 aA
BMX Potência RR®	89,5 aA	77,5 bB	91,5 aA	90,0 aA	83,5 aAB

Médias seguidas por mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Guimarães et al. (2012) constataram reduções na massa de mil grãos de soja com aplicações de glyphosate, paraquat e glufosinate no estágio R₇ na cultivar BRS 184® no Estado do Paraná, semelhante ao observado por outros autores (Pereira et al., 2015b). Isto não é esperado, pois nesse estágio, os grãos atingiram a maturidade fisiológica com o máximo acúmulo de massa seca (Lacerda et al., 2003b). Porém, o período em que a soja fica no campo após a maturidade fisiológica pode expor a cultura a condições adversas, como altas temperaturas e presença de chuvas, comuns nas regiões de avaliação. Essas condições proporcionam a deterioração dos grãos, ocasionando assim redução no peso dos grãos e diminuição na germinação e vigor das sementes (Pereira et al., 2015a).

Todas as diferenças dos resultados das variáveis analisadas anteriormente não influenciaram a produtividade de grãos das cultivares de soja, seja com ou sem a aplicação

de herbicidas (Tabela 3). Mesmo os herbicidas proporcionando efeito benéfico no aumento dos componentes da produtividade da soja (Lamego et al., 2013), no ensaio a massa de mil grãos não contribuiu para aumentos expressivos na produtividade. O único fato que merece atenção é quanto ao uso de glufosinate na cultivar NK 9070 RR®, no qual ocasionou menor produtividade de grãos em relação ao 2,4-D. No entanto, não foram detectadas diferenças expressivas de produtividade dos herbicidas em relação à testemunha.

Para as demais cultivares, não foram observadas diferenças significativas entre as médias de produtividade de grãos quando se utilizou os herbicidas na dessecação das plantas (Tabela 3). Isto é justificado em função de ter sido feita a aplicação em estágio adequado (maturidade fisiológica). Resultados semelhantes foram encontrados por Zanatta et al. (2018) em relação ao rendimento, massa de mil grãos e atributos físicos das sementes com aplicações de

paraquat no mesmo estágio fenológico (R₇) em Goiás, bem como o uso do glufosinate a partir de R_{7.2} e do diquat em R_{7.3} em dessecação pré-colheita da cultura da soja (Albrecht et al., 2022). Sendo assim, os resultados permitem comprovar a viabilidade dessa prática com uso de outros herbicidas, em substituição ao paraquat, face à proibição deste ingrediente ativo no Brasil. Com a dessecação, há a antecipação da implantação das culturas em sucessão à soja no Brasil Central, o que é essencial para proporcionar maior rentabilidade ao produtor.

Além da produção de grãos, é importante analisar se os herbicidas influenciaram na germinação e vigor das sementes, caso o campo seja destinado para estes fins. Neste contexto, os herbicidas proporcionaram comportamento diferenciado de vigor das cultivares na avaliação da primeira e segunda contagem do teste de germinação (Tabela 3). No entanto, para todas as cultivares, os resultados não diferiram da testemunha, exceto para o paraquat aplicado nas cultivares M-Soy 6101® e NK 9070 RR®, que ocasionou maior e menor vigor em relação à testemunha, respectivamente. Marcandalli et al. (2011) encontraram resultados semelhantes para o paraquat, quando influenciando os testes de germinação e envelhecimento acelerado em experimento realizado no Mato Grosso.

Devido a maior precocidade e consequentemente o maior percentual de desfolha no momento da aplicação dos herbicidas, não foi constatado efeitos na primeira contagem do teste de germinação para a cultivar M-Soy 6101® (Tabela 3). Isto se justifica devido a menor área de absorção da calda dos produtos, além das plantas já estarem na maturidade fisiológica. O fato da aplicação ter sido feita neste estágio fez com que os herbicidas não fossem translocados para as sementes, pois, encontravam-se fisiologicamente desligadas das plantas (Marcos Filho, 2015), mesmo a calda de aplicação com os herbicidas atingindo as vagens das plantas.

Para os demais testes de vigor, não foram constatados efeitos dos herbicidas, mas somente efeitos de cultivares para

condutividade elétrica (Tabela 3). Nesta avaliação a BRS 7560® teve a maior integridade de membrana das sementes em função dos menores valores da variável em questão, como destacado por Marcandalli et al. (2011). O oposto foi verificado para a NK 9070 RR®. Como destacado por Botelho et al. (2016), a dessecação pode interferir na integridade das membranas, afetando diretamente o vigor de sementes de soja. É importante frisar que os resultados obtidos referentes a qualidade de sementes não apresentaram relação com o ciclo das cultivares. Ou seja, era de se esperar que cultivares de menor ciclo, como a M-Soy 6101®, apresentasse menor integridade de membranas (maior valor de condutividade elétrica) devido as sementes ficarem mais tempo expostas a intempéries após atingir a maturidade fisiológica (Marcandalli et al., 2011; Pereira et al., 2015a), o que não foi constatado.

Portanto, para as condições de cultivo de soja no Brasil Central, pode-se observar que a cultivar NK 9070 RR® foi a mais sensível a aplicação do paraquat no que se refere ao menor percentual de plântulas normais na segunda contagem do teste de germinação. Este fato reforça a necessidade de estudos visando ao posicionamento adequado dos herbicidas em função da finalidade de uso na lavoura: antecipação na colheita de grãos ou produção uniforme de sementes.

3.2. Experimento de Maringá (PR)

Semelhante ao observado em Goiás, a cultivar M-Soy 6101® foi a mais precoce com maior percentual de desfolha na dessecação, seguida da BRS 7560 RR®, NK 9070 RR® e BMX Potência RR® (Tabela 4). Apesar das diferenças, os herbicidas foram mais eficazes em promoverem a desfolha das cultivares em Maringá em relação à Goiás (valores acima de 95% em todos os tratamentos na avaliação aos 7 DAA) sendo mais evidente nas cultivares NK 9070 RR® e BMX Potência RR®, em que a aplicação dos herbicidas proporcionou maior desfolha em relação à testemunha.

Tabela 4. Valores médios de desfolha aos 0 DAA (DESF1), número de vagens por planta (NVP), produtividade (PROD) e primeira contagem do teste padrão de germinação (CTPG1) após aplicações de herbicidas em pré-colheita de soja. Maringá (PR), 2010/2011.

Cultivares	DESF1 (%)	NVP	PROD (kg ha ⁻¹)
BRS 7560®	70 b	50 c	2.470 b
M-Soy 6101®	82 a	59 b	3.175 a
NK 9070 RR®	49 c	77 a	2.950 ab
BMX Potência RR®	40 d	53 bc	2.701 ab
Herbicidas	CTPG1 (%)		
2,4-D	78		ab
Atrazine	74		ab
Glufosinate	72		b
Paraquat	79		a
Testemunha	78		ab

Médias seguidas por mesmas letras minúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Devido a diferenças no ambiente de cultivo, principalmente ocasionada pelo fotoperíodo entre as regiões avaliadas, as cultivares apresentaram características diferenciadas entre as regiões. Ao contrário do que ocorreu

em Goiás no Paraná a cultivar BRS 7560® apresentou um menor número de vagens por planta e consequentemente menor produtividade. O oposto foi verificado também para a M-Soy 6101 RR® que obteve a maior produtividade apesar

das maiores taxas de acamamento.

Ausência dos efeitos dos herbicidas também foi verificado para a massa de mil grãos (Tabela 5). A antecipação da colheita pelo uso de glufosinate e paraquat, na maturidade fisiológica de cultivares de soja, sem reflexos na produtividade e nos componentes da produção, também foram constatados por Pereira et al. (2015a). Nesta avaliação a cultivar NK 9070 RR® foi a que teve o menor peso da massa

de mil grãos em relação as demais, independente do uso do herbicida. No entanto, este componente da produtividade não afetou a produtividade de grãos. Este fato já era esperado pois os herbicidas não afetaram o processo de enchimento de grãos devido a aplicação ter sido realizada após as cultivares terem atingido à maturidade fisiológica, como destacado por Lamego et al. (2013).

Tabela 5. Desfolha, acamamento, massa de mil grãos, segunda contagem do teste padrão de germinação, condutividade elétrica e envelhecimento acelerado após aplicações de herbicidas em pré-colheita da soja. Maringá (PR), 2010/2011.

Cultivares	Herbicidas				
	2,4-D	Atrazine	Glufosinate	Paraquat	Testemunha
Desfolha aos 7 DAA (%)					
BRS 7560®	100 aA	100 aA	100 aA	100 aA	100 aA
M-Soy 6101®	100 aA	100 aA	100 aA	100 aA	100 aA
NK 9070 RR®	97 aA	99 abA	100 aA	99 aA	86 bB
BMX Potência RR®	97 aA	96 bA	97 aA	99 aA	83 bB
Acamamento (%)					
BRS 7560®	3,0 bA	2,7 bA	2,0 bA	2,7 bA	2,0 bA
M-Soy 6101®	4,0 aA	4,0 aA	4,0 aA	4,2 aA	4,0 aA
NK 9070 RR®	0,0 dA	0,0 dA	0,0 dA	0,0 dA	0,0 dA
BMX Potência RR®	1,0 cA	1,0 cA	1,0 cA	1,0 cA	1,0 cA
Massa de mil grãos (g)					
BRS 7560®	135 bcA	148 aA	142,8 aA	144,8 aA	152 aA
M-Soy 6101®	141 abA	138 aA	149,5 aA	150,0 aA	155 aA
NK 9070 RR®	122 cA	118 bA	114,7 bA	115,1 bA	122 bA
BMX Potência RR®	152 aA	155 aA	147,7 aA	144,8 aA	140 aA
2ª Contagem do teste padrão de germinação (%)					
BRS 7560®	88,5 aA	83,0 aAB	75,5 aB	81,7 aAB	89,7 aA
M-Soy 6101®	83,2 aAB	77,7 aB	81,5 aAB	91,5 aA	78,0 bB
NK 9070 RR®	80,5 aA	77,0 aA	81,0 aA	82,7 aA	81,2 abA
BMX Potência RR®	85,0 aA	87,5 aA	84,5 aA	82,7 aA	85,5 abA
Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$)					
BRS 7560®	66,2 aA	66,7 aA	56,3 aA	67,4 aA	64,6 aA
M-Soy 6101®	72,1 aA	66,4 aA	67,6 aA	44,3 bB	63,7 aAB
NK 9070 RR®	55,3 aA	75,5 aA	68,6 aA	76,8 aA	73,4 aA
BMX Potência RR®	58,4 aA	57,3 aA	72,0 aA	70,7 aA	68,0 aA
Envelhecimento acelerado (%)					
BRS 7560®	80,0 aA	80,0 aA	71,5 aAB	62,5 bB	58,0 aB
M-Soy 6101®	73,5 aAB	67,0 cB	66,7 aB	85,7 aA	67,0 aB
NK 9070 RR®	73,5 aA	62,2 bcA	68,7 aA	70,7 bA	61,2 aA
BMX Potência RR®	79,0 aA	79,0 abA	75,2 aAB	63,5 bB	70,5 aAB

Médias seguidas por mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Na análise de qualidade de sementes, é oportuno destacar que somente glufosinate proporcionou menor vigor das sementes na primeira contagem do teste padrão de germinação quando comparado ao paraquat, mesmo ambos não tendo diferenças estatísticas da testemunha (Tabela 5). Já na segunda contagem, onde se avalia a germinação final, foi notório o efeito negativo do glufosinate para a cultivar BRS 7560®, ao contrário do paraquat para a M-Soy 6101®. Para as

cultivares NK 9070 RR® e BMX Potência®, não foram constatados efeitos dos herbicidas para a variável analisada. O efeito negativo dos herbicidas usados em dessecação na germinação das sementes é atribuído a translocação do princípio ativo dos produtos para as sementes, conforme destacado na literatura (Toledo et al., 2012; Botelho et al., 2016).

Diferentemente de Goiás, no Paraná houve interação

dos herbicidas em relação às cultivares analisadas no teste de envelhecimento acelerado (Tabela 5). O destaque é dado para os herbicidas 2,4-D e atrazine para a cultivar BRS 7560®, e para o paraquat na M-Soy 6101® (valores superiores à testemunha). É importante frisar que este mesmo tratamento foi o de menor condutividade elétrica, o que comprova o benefício do uso de paraquat para a cultivar analisada. Para a NK 9070 RR® e BMX Potência RR® não foram verificados efeitos dos herbicidas para o teste de envelhecimento acelerado em relação às respectivas testemunhas. Na literatura sabe-se que a utilização dos herbicidas paraquat e diquat isolados ou associados com glufosinate reduzem a condutividade elétrica das sementes de soja, as tornando mais vigorosas (Lacerda et al., 2003a). A utilização desses herbicidas não influenciou o potencial fisiológico e sanitário necessário para a comercialização de sementes de soja aplicados quando as plantas apresentavam de 80% a 90% com as vagens de coloração amarela ou marrom (Lacerda et al., 2005).

O paraquat proporcionou obtenção de maior percentual de germinação na cultivar M-Soy 6101® em ambas as localidades, sendo o oposto verificado para a NK 9070® apenas em Rio Verde. A antecipação da colheita da soja pelo uso de herbicidas minimiza a redução da qualidade fisiológica de sementes de soja, principalmente quando sujeitas a condições desfavoráveis de temperatura e umidade, diminuindo também a incidência de fungos nas sementes (Zuffo et al., 2019). Esses prejuízos levam ao decréscimo da germinação e do vigor das sementes, além de acréscimos do aumento do percentual de plântulas anormais (Kappes et al., 2009; Marcandalli et al., 2011; Toledo et al., 2012). Consequentemente, lotes de sementes com estas características podem não proporcionar um estande adequado em campo, comprometendo assim o estabelecimento da cultura da soja.

Na indução do envelhecimento das sementes, pela análise do teste do envelhecimento acelerado, pode-se comprovar ausência dos efeitos dos herbicidas em Rio Verde.

Referências

- Albrecht LP, Yokoyama AS, Albrecht AJP, Kosinski R, Milleo R, Silva AF. Glufosinate and diquat in pre-harvest desiccation of soybean at four phenological stages, and their impact on seed quality. *Chilean Journal of Agricultural Research*. 2022;82(3):448-456. Available from: <https://doi.org/10.4067/S0718-58392022000300448>
- Agrofit. Sistemas de agrotóxicos fitossanitários. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em 20/09/2021.
- Anvisa. Resolução - RDC nº 177, de 21 de setembro de 2017. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Seção I, 183; 76p. Disponível em: <http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=76&data=22/09/2017>. Acesso em: 22/09/2017.
- Balbinot Júnior AA, Oliveira MCN de, Franchini JC, Debiasi H, Zucareli C, Ferreira AS, et al. Phenotypic plasticity in a soybean cultivar with indeterminate growth type. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 2018;53(9):1038-44. Available from: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2018000900007>
- Bellaloui N, Smith JR, Ray JD, Mengistu A, Gillen AM, Fisher DK, Singh G. Responses of seed yield, quality, and composition to the harvest-aid paraquat in soybean grown in Mississippi. *Agrosystems Geosciences & Environment*. 2022;5:e20262. Available from: <https://doi.org/10.1002/agg2.20262>
- Botelho FJE, Oliveira, JA, Von Pinho ÉVR, Carvalho, ER, Figueiredo ÍBD, Andrade, V. Qualidade de sementes de soja obtidas de diferentes cultivares submetidas à dessecação com diferentes herbicidas e épocas de aplicação. *Revista Agro@mbiente On-line* 2016, 10(2):137-144. Disponível em: <https://doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v10i2.2760>
- Brasil, Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. Regras para análise de sementes. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV; 2009.
- Já em Maringá, o uso de 2,4-D e atrazine para a BRS 7560® e do paraquat para a M-Soy 6101® foram menos danosos às sementes. Ainda na avaliação de vigor, segundo Sá e Lazarini (1995), valores de condutividade elétrica inferiores a 60 mS cm⁻¹ g⁻¹, como aqueles obtidos em Rio Verde, proporcionam maior qualidade fisiológica das sementes. Valores inferiores dessa variável foram obtidos em Maringá, levando a crer a limitação deste local para esses fins devido as maiores temperaturas (Figura 1) na fase formação das sementes bem como após a maturidade fisiológica. No entanto, para esta localidade, não foram observadas diferenças expressivas dos herbicidas na integridade da membrana celular das sementes em relação às respectivas cultivares de soja.
- Por tudo isto, pode-se notar que a utilização dos herbicidas na dessecação pré-colheita mostrou-se como técnica de cultivo eficaz quanto à aceleração da desfolha da soja. A ausência de diferenças significativas de produtividade em relação à testemunha em ambas as localidades comprova o potencial de uso dos herbicidas na dessecação, principalmente quando se objetiva antecipar a colheita para efetuar o cultivo em sucessão à soja (safrinha).

4. Conclusões

Os herbicidas atrazine, 2,4-D, paraquat e glufosinate não influenciaram a produtividade de grãos e foram eficazes em antecipar a desfolha das plantas em ambos os locais experimentais.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, por meio de concessão de bolsa de estudos para o segundo autor.

Cardoso MRD, Marcuzzo FFN, Barros JR. Classificação Climática de Köppen-Geiger para o Estado de Goiás e o Distrito Federal. *Acta Geográfica*. 2015;8(16):40-55.

Daltro EMF, Albuquerque MCF, França Neto JB, Guimarães SC, Gazziero DLP, Henning AA. Aplicação de dessecantes em pré-colheita: efeito na qualidade fisiológica de sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes*. 2010;32(1):111-22. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222010000100013>

Delgado, CML, Coelho, CMM, Buba GP. Mobilization of reserves and vigor of soybean seeds under desiccation with glufosinate ammonium. *Journal of Seed Science*. 2015;37(2):154-161. Available from: <https://doi.org/10.1590/2317-1545v37n2148445>

Diniz FO, Reis MS, Dias LA dos, Araújo EF, Sedyama T, Sedyama CA. Physiological quality of soybean seeds of cultivars submitted to harvesting delay and its association with seedling emergence in the field. *Journal of Seed Science*. 2013;35(2):147-52. Available from: <http://dx.doi.org/10.1590/S2317-15372013000200002>

Ferreira DF. Sisvar: A computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*. 2011;35(6):1039-42. Available from: <http://dx.doi.org/10.1590/S141370542011000600001>

Finoto EL, Sedyama T, Albuquerque JAA, Soares MBB, Galli JÁ, Cordeiro Junior PS, et al. Antecipação e retardamento de colheita nos teores de óleo e proteína das sementes de soja, cultivar Valiosa RR. *Scientia Agropecuaria*. 2017;8(2):99-107. Available from: <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2017.02.02>

Griffin JL, Boudreaux JM, Miller, DK. Herbicides as harvest aids. *Weed Science*. 2010;58(1): 355-8. Available from: <https://doi.org/10.1614/WS-09-108.1>

Guimarães VF, Hollmann MJ, Fioreze SL, Echer M, Costa ACPR, Andreotti M. Produtividade e qualidade de sementes de soja em função de estádios de dessecação e herbicidas. *Planta Daninha*. 2012;30(3):567-73. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582012000300012>

Kappes C, Carvalho MAC de, Yamashita OM. Potencial fisiológico de sementes de soja dessecadas com diquat e paraquat. *Scientia Agraria*. 2009;10(1):1-6. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/rsa.v10i1.12520>

Lacerda ALS, Lazarini E, Sá ME, Valério Filho WV. Armazenamento de sementes de soja dessecadas e avaliação da qualidade fisiológica, bioquímica e sanitária. *Revista Brasileira de Sementes*. 2003a;25(2):97-105. Disponível em: https://www.abrates.org.br/files/artigos/58984c53e81a34.19704170_artigo14.pdf

Lacerda ALS, Lazarini E, Sá ME, Valério Filho WV. Efeitos da dessecação de plantas de soja no potencial fisiológico e sanitário das sementes. *Revista Bragantia*. 2005;64(3):447-57. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0006-87052005000300015>

Lacerda ALS, Lazarini E, Sá ME, Walter Filho WV. Aplicação de dessecantes na cultura de soja: teor de umidade nas sementes e biomassa nas plantas. *Planta Daninha*. 2003b;21(3):427-34. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582003000300011>

Lamego FP, Gallon M, Basso CJ, Kulczynski SM, Ruchel Q, Kaspary TE, et al. Dessecação pré-colheita e efeitos sobre a produtividade e qualidade fisiológica de sementes de soja. *Planta Daninha*. 2013;31(4):929-38. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582013000400019>

Manosso FC, Gomes MF, Aoki A, Manosso DCC. Distribuição espacial e temporal da precipitação e temperatura média na região da serra do cadeado (PR). *Revista Brasileira de Climatologia*. 2013;12(9):172-86. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/27902/21513>

Marcandalli LH, Lazarini E, Malasparina IC. Épocas de aplicação de dessecantes na cultura da soja: qualidade fisiológica de sementes. *Revista Brasileira de Sementes*. 2011;33(2):241-50. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbs/v33n2/06.pdf>

Marcos Filho J. Fisiologia de Sementes de Plantas Cultivadas. Londrina: ABRATES; 2015.

Marcos Filho J. Testes de vigor: importância e utilização. In: Krzyzanowski FC, Vieira RD, França Neto JB. Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999. 1:1-21.

Pereira T, Coelho CMM, Sobiecki M, Souza CA. Physiological quality of soybean seeds depending on the preharvest desiccation. *Planta Daninha*. 2015a;33(3):441-50. Available from: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582015000300007>

Pereira T, Coelho CMM, Souza CA, Mantovani A; Mathias V. Dessecação química para antecipação de colheita em cultivares de soja. *Semina: Ciências Agrárias*. 2015b;36(4):2383-2394. Available from <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n4p2383>

Rigo GA, Schuch LOB, Vargas RL, Barros WS, Szarecki VJ, Carvalho IR, et al. Micronutrient content and physiological quality of soybean seeds. *Journal of Agricultural Science*. 2018;10(4):223-30. Available from: <https://doi.org/10.5539/jas.v10n4p223>

Sá ME, Lazarini E. Relação entre os valores de condutividade elétrica e níveis de emergência em sementes de diferentes genótipos de soja. Londrina: Informativo Abrates; 1995.

Santos HG dos, Jacomine PKT, Anjos LHC dos, Oliveira VA de, Lumberras JF, Coelho MR, et al. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5ª Edição. Brasília-DF: Embrapa; 2018.

Santos JB, Ferreira EA, Santos EA, Silva AA, Silva FM, Ferreira LR. Qualidade de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris*) após aplicação do carfentrazone-ethyl em pré-colheita. *Planta Daninha*. 2004;22(4):633-9. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/pd/v22n4/a19v22n4.pdf>

Sediyama T. Tecnologia e produção de sementes de soja. Londrina: Mecnas; 2013.

Shioga OS, Gerage AC. Influência da época de plantio no desempenho do milho Safrinha no Estado do Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*. 2010;9(3):236-53. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v9n3p236-253>

Silva PV, Bezera MM, Medeiros ES, Dambrós, TC, Mauad M, Monquero PA, Nunes FA, Schedenfeldt BF. Pre-harvest desiccation strategies of soybean culture: a scenario without paraquat. Pesticides, food contaminant, and agricultural wastes. 2022;57(9):710-719. Available from: <https://doi.org/10.1080/03601234.2022.2100680>

Suhre JJ, Weidenbenner NH, Rowntree SC, Wilson EW, Naeve SL, Conley SP, et al. Soybean yield partitioning changes revealed by genetic gain and seeding rate interactions. *Agronomy Journal*. 2014;106(1):1631-42. Available from: <https://doi.org/10.2134/agronj14.0003>

Toledo MZ, Cavariani C, França-Neto JB. Qualidade fisiológica de sementes de soja colhidas em duas épocas após dessecação com glifosato. *Revista Brasileira de Sementes*. 2012;34(1):134-42. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222012000100017>

Veiga AD, Rosa SDVF, Silva PA, Oliveira JA, Alvim PO, Diniz KA. Tolerância de sementes de soja à dessecação. *Ciência e Agrotecnologia*. 2007;31(3):773-780. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542007000300025>

Zanatta E, Szareski VJ, Carvalho IR, Koch F, Pimentel J R, Troyjack C, et al. Pre-harvest desiccation: productivity and physical and physiological inferences on soybean seeds during storage. *Journal of Agricultural Science*. 2018;10(6):354-62. Available from: <https://doi.org/10.5539/jas.v10n6p354>

Zuffo AM, Santos MA, Oliveira IC, Alves CZ, Aguilera JG, Teodoro PE. Does chemical desiccation and harvest time affect the physiological and sanitary quality of soybean seeds? *Revista Caatinga*. 2019;32(4):934-942. Available from: <https://doi.org/10.1590/1983-21252019v32n409rc>