



Épocas de dessecação influenciam na qualidade de grãos e do óleo de soja



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agrossilvipastoril
Ministério da Agricultura e Pecuária**

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
9**

**Épocas de dessecação influenciam na
qualidade de grãos e do óleo de soja**

*Sílvia de Carvalho Campos Botelho
Fernando Mendes Botelho
Edison Ulisses Ramos Júnior
Pedro Alexandre Schopf*

**Embrapa Agrossilvipastoril
Sinop, MT
2023**

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Agrossilvipastoril
Rodovia MT-222, Km 2,5, C.P. 343
CEP 78550-970, Sinop, MT
Fone: (66) 3211-4220
Fax: (66) 3211-4221
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
da Unidade Responsável

Presidente
Flavio Jesus Wruck

Secretária-Executiva
Dulândula Silva Miguel Wruck

Membros
Aisten Baldan,
Alexandre Ferreira do Nascimento,
Daniel Rabelo Ituassú,
Eulalia Soler Sobreira Hoogerheide,
Fernanda Satie Ikeda,
Jorge Lulu,
Rodrigo Chelegão,
Vanessa Quitete Ribeiro da Silva

Normalização bibliográfica
Aisten Baldan (CRB 1/2757)

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Diagramação
Renato da Cunha Tardin Costa

Foto da capa
Edison Ulisses Ramos Junior

1ª edição
Publicação digitalizada (2023)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Agrossilvipastoril

Botelho, Sílvia de Carvalho Campos

Épocas de dessecação influenciam na qualidade de grãos e do óleo de soja /
Sílvia de Carvalho Campos Botelho et al. – Sinop, MT: Embrapa, 2023.

PDF (21 p.) : il. color.; 22cm. – (Boletim de Pesquisa / Embrapa Agrossilvipas-
toril, ISSN 2675-0813; 9).

1. Tecnologia de Alimento. 2. Soja. 3. Doença de Planta. 4. Propriedade Físico-
Química. 5. Dessecante. I. Botelho, Sílvia de Carvalho Campos. II. Botelho,
Fernando Mendes. III. Reamos Junior, Edison Ulisses. IV. Schopf, Pedro
Alexandre. V. Embrapa Agrossilvipastoril. VI. Título. VII. Série

CDD 664

Aisten Baldan (CRB 1/2757)

© Embrapa, 2023

Sumário

Resumo	4
Abstract	5
Introdução.....	6
Material e métodos	8
Resultados e discussão.....	10
Conclusões.....	19
Agradecimentos.....	20
Referências	20

Épocas de dessecação influenciam na qualidade de grãos e do óleo de soja

Sílvia de Carvalho Campos Botelho¹, Fernando Mendes Botelho², Edison Ulisses Ramos Júnior³, Pedro Alexandre Schopf⁴

Resumo – A dessecação de lavouras de soja tem sido utilizada, em algumas situações, para acelerar a senescência das plantas e o processo de secagem natural dos grãos, possibilitando escalonar e condicionar a cultura à colheita mecanizada com menor índice de perdas. Por desconhecimento ou na iminência de períodos climáticos instáveis que impossibilitem a colheita, alguns produtores realizam a dessecação em estádios anteriores ao recomendado. Dessa forma, avaliou-se a influência da aplicação de dessecante em diferentes estádios de maturação dos grãos de soja na qualidade dos grãos e do óleo. Duas cultivares (BRS 7980 e M8372 IPRO) foram avaliadas quanto à dessecação em cinco estádios fenológicos (R5.5, R6, R7.1 R7.3, R8.1), utilizando-se o dessecante Diquat, na safra 2018/2019. Após a colheita, os grãos foram secos, limpos e classificados. Em seguida, avaliados quanto às propriedades físicas e fisiológicas. A antecipação da dessecação reduziu a massa de mil grãos, aumentou a massa específica aparente e diminuiu a quantidade de óleo nos grãos. A aplicação do herbicida dessecante no estádio recomendado reduziu a deterioração dos grãos no campo.

Termos para indexação: *Glycine max*, Soja, Propriedade Físico-Química, dessecante, Tecnologia de Alimento.

¹ Doutora em Engenharia Agrícola, pesquisadora, Embrapa Agrossilvipastoral, Sinop, MT.

² Doutor em Engenharia Agrícola, professor, UFMT, Sinop, MT

³ Doutor em agronomia, pesquisador, Embrapa Soja, Sinop, MT.

⁴ Mestre em Sistemas Agrícola e Ambientais, trainee, UFMT, Sinop, MT.

Desiccation times influence the quality of grains and soybean oil

Abstract – The desiccation of soybean crops has been used to accelerate plant senescence and the natural drying process of grains, allowing for the scaling and conditioning of the crop for mechanical harvesting with lower loss rates. Due to ignorance or the imminent threat of unstable weather periods that may make harvesting impossible, some producers carry out desiccation at earlier stages than recommended. In this way, the influence of desiccant application at different stages of soybean grain maturity on grain and oil quality was evaluated. Two cultivars (BRS 7980 and M8372 IPRO) were evaluated for desiccation at five phenological stages (R5.5, R6, R7.1, R7.3, R8.1) using the desiccant Diquat in the 2018/2019 season. After harvesting, the grains were dried, cleaned, and classified. Subsequently, they were evaluated for physical and physiological properties. The early desiccation reduced the mass of one thousand grains, increased the apparent specific mass, and decreased the amount of oil in the grains. The application of the desiccant herbicide at the recommended stage reduced grain deterioration in the field.

Index terms: *Glycine max*, soybean, chemico-physical properties, desiccant, Food Technology.

Introdução

A cultura da soja é considerada uma das principais responsáveis pela introdução do conceito de agronegócio no Brasil, tanto pelo volume físico e financeiro, tanto pela necessidade dos produtores em administrar as atividades que a compõem, como os fornecedores de insumos, processadores da matéria-prima e negociantes (Brum *et al.*, 2005).

Em muitas das áreas produtoras de grãos do Brasil, incluindo-se o médio-norte de Mato Grosso, são realizadas duas safras por ano, sendo que, normalmente, a soja é cultivada na primeira safra. Essa otimização do uso do solo exige que a soja seja semeada assim que iniciado o período chuvoso (normalmente final de setembro) e que a colheita seja feita entre os meses de janeiro e março (dependendo da cultivar semeada), para que seja possível semear a segunda safra do ano. Todavia, Pinto *et al.* (2017) argumentam que no médio-norte de Mato Grosso, e em várias outras regiões do estado, esse período é caracterizado por um elevado volume de chuvas, o que dificulta a colheita mecanizada da soja pois retarda a senescência natural das plantas e pode acarretar perdas na produção.

O ponto de colheita ideal da soja é considerado quando a cultura atinge a maturidade fisiológica que é o fim da fase reprodutiva (R), ou seja, quando o grão apresenta máximo poder germinativo, vigor e massa de matéria seca. Neste ponto, entretanto, o teor de água das sementes ou grãos está entre 30 a 65%, o que inviabiliza a colheita mecanizada (Sediyama, 2009).

A recomendação geral é que a soja está apta para ser colhida no estágio R7 (França-Neto *et al.*, 2016) o que mecanicamente - forma mais utilizada para colheita da soja - é inviável tanto pelo elevado teor de água dos grãos quanto da planta, que ainda está fisiologicamente ativa. Todavia, o retardamento da colheita após o ponto de maturação fisiológica, resulta necessariamente em perdas qualitativas no campo devido a exposição ao ataque de pragas, ao metabolismo elevado do produto e às intempéries climáticas que podem proporcionar ciclos de secagem e reumedecimento podendo causar, enrugamento e/ou rompimento do tegumento do grão ou da semente. Marcandalli *et al.* (2011) ressaltam que a danificação no tegumento acelera o processo de deterioração, em virtude de maior facilidade de penetração de patógenos e maior exposição do tecido embrionário ao ambiente. Neste sentido, Viana

et al. (2017) enfatizam que a produção de grãos com qualidade requer, entre outras recomendações, que o produto, após colhido, seja pré-processado o quanto antes, visto que grãos de modo geral são colhidos com teor de água inadequado para o armazenamento.

Devido ao teor de água elevado por ocasião da época de colheita, a aplicação de um herbicida dessecante para acelerar a secagem natural e consequentemente a colheita, constitui uma operação comum entre os produtores de soja que visam a conservação da qualidade desse produto, além de possibilitar o planejamento do plantio de uma segunda safra (Pinto *et al.*, 2017).

A utilização de dessecantes não é obrigatória e, em grande parte das vezes, não é necessária, mas tem sido cada vez mais adotada (principalmente por grandes produtores) visando uniformizar a lavoura, escalonar a colheita, e ter ganhos logísticos, mesmo em detrimento da produtividade. Lacerda *et al.* (2003) enfatizam que a forma como este manejo é realizado (tipo, modo de ação e época em que o dessecante é aplicado), pode afetar a qualidade do produto colhido, inviabilizando sua utilização tanto para sementes quanto para grãos. Assim, a aplicação deste herbicida deve ser feita no momento mais adequado, para que possa ocorrer uma maior uniformidade na maturação da lavoura e, assim, antecipação da colheita em alguns dias e ainda, grãos com maior qualidade física, fisiológica e sanitária.

O trabalho tem relação com o Objetivo do Desenvolvimento Sustentável (ODS 2) – “Fome Zero e Agricultura Sustentável”, vinculado à meta 2.4 (Até 2030, garantir sistemas sustentáveis de produção de alimentos e implementar práticas agrícolas resilientes, que aumentem a produtividade e a produção, que ajudem a manter os ecossistemas, que fortaleçam a capacidade de adaptação às mudanças climáticas, às condições meteorológicas extremas, secas, inundações e outros desastres, e que melhorem progressivamente a qualidade da terra e do solo), ao contribuir com informações que permitem ao produtor lidar com os eventos climáticos, cada vez mais incertos, no momento da colheita da soja.

Diante disso, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a influência da aplicação do dessecante na lavoura em diferentes estádios de maturação na qualidade de grãos de soja produzidos na região centro-norte de Mato Grosso.

Material e métodos

A implantação da cultura foi realizada na área experimental da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT, com coordenadas geográficas $-11^{\circ}51'36''$ e $-55^{\circ}36'39''$, na safra 2018/2019, e as avaliações físicas, químicas e fisiológicas foram realizadas no Laboratório de Qualidade e Pós-Colheita da Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Sinop.

As cultivares de soja utilizadas no experimento foram a BRS 7980 e M8372 IPRO. A cultivar convencional BRS 7980 pertence ao grupo de maturidade relativa 7.9, apresenta tipo de crescimento determinado e ciclo médio de 104 dias a 120 dias. A cultivar transgênica M8372 IPRO pertence ao grupo de maturidade relativa 8.3, tipo de crescimento determinado e ciclo médio de 110 dias a 120 dias.

Foi utilizado delineamento em blocos casualizados com três repetições em esquema fatorial 2×6 (duas cultivares e seis estádios fenológicos). A parcela experimental possuía 2 m de largura por 5 m de comprimento. Para a área útil de cada parcela experimental, desprezou-se 0,5 m² de cada extremidade, utilizando-se duas linhas de 4 m de comprimento. O espaçamento entre linhas foi de 0,50 m. Ao todo, o experimento foi composto por 36 unidades experimentais.

O controle de plantas daninhas, para ambas cultivares, foi realizado conforme recomendado para cultivares não geneticamente modificadas. A cultura recebeu os demais tratamentos fitossanitários para o controle de pragas e doenças, sempre que necessários, com produtos recomendados para a cultura e nas doses recomendadas para a soja plantada na região centro-norte de Mato Grosso até o momento da aplicação do dessecante, segundo orientações da Tecnologias... (2013).

A aplicação do dessecante nas parcelas experimentais foi escalonada de acordo com o desenvolvimento reprodutivo, avaliando-se diariamente a mudança de estágio, conforme Ritchie *et al.* (1982), adaptado por Yorinori (1986). Assim, o dessecante foi aplicado em parcelas quando atingidos os estádios reprodutivos R5.5, R6, R7.1, R7.3 e R8.1, sendo o R9 a testemunha (sem aplicação).

A colheita foi feita manualmente, retirando-se as plantas da parcela útil quando esta apresentava, visualmente, ponto de colheita. Após a retirada das

plantas, estas eram então amarradas em feixes e identificadas para posterior trilhagem, em trilhadora estacionária. Após trilhagem, os grãos permaneceram sobre estrados, em ambiente ventilado, para que reduzissem sua umidade a ponto de permitir seu armazenamento, ou seja, cerca de 13% de umidade. Após a secagem, as amostras foram abanadas mecanicamente, limpas, acondicionadas em sacos de papel e armazenadas.

O teor de água foi determinado em estufa com circulação forçada de ar a 105 ± 1 °C por 24 h, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009).

A quantificação de ardidos, brotados, mofados e fermentados foi determinada para cada tratamento, baseando-se na IN 11, de 15/05/2007, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento que aprova as especificações para a padronização, classificação e comercialização da soja em grãos (Brasil, 2007a; Brasil 2007b).

Uma vez limpos e secos, o efeito da aplicação do dessecante nos diferentes estádios de desenvolvimento da lavoura na qualidade final dos grãos de soja foi avaliado por meio das determinações que se seguem.

- 1) Condutividade elétrica da solução dos exsudatos dos grãos de soja, daqui por diante tratada apenas por condutividade elétrica, foi conduzido conforme metodologia recomendada por Vieira *et al.* (2002), com quatro repetições de 50 grãos por tratamento.
- 2) Massa específica aparente foi determinada utilizando-se o método da acomodação natural dos grãos em recipiente de 1 L de volume (Botelho *et al.*, 2018), em cinco repetições por tratamento.
- 3) Massa de mil grãos foi determinada pesando-se 10 repetições de 100 grãos em balança semi-analítica, com precisão de 0,01 g (Brasil, 2009).
- 4) Teor de fibra bruta foi determinado a partir do resíduo orgânico remanescente após digestão com ácido sulfúrico 0,255 N e hidróxido de sódio 0,313 N. Os compostos removidos no processo foram predominantemente proteínas, açúcares, amido, lipídios e lignina (Detmann *et al.*, 2021).
- 5) Teor de extrato etéreo foi determinado após extração com éter de petróleo (Detmann *et al.*, 2021), sendo os compostos extraídos predominantemente triacilglicerídeos.

- 6) Teor de proteína foi obtido a partir da determinação do nitrogênio total (Nt) pelo método de Kjeldahl, multiplicando-se o teor de Nt pelo fator de conversão 6,25 (Detmann *et al.*, 2021).
- 7) Teor de cinzas, também chamado de resíduo mineral fixo, foi determinado após incineração da amostra a temperatura superior a 550 °C em mufla (Detmann *et al.*, 2021).
- 8) Teor de carboidrato foi obtido por diferença considerando-se a soma dos valores percentuais dos demais compostos químicos avaliados em relação à massa total dos grãos.

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância seguido de teste de Scott-Knott ao nível de significância de 5% de probabilidade, utilizando-se o software R Statistical.

Resultados e discussão

Na Figura 1 estão apresentados os valores de temperatura e umidade relativa do ar e na Figura 2 a precipitação durante o período de dessecação até a colheita das cultivares BRS 7980 e M8372 IPRO

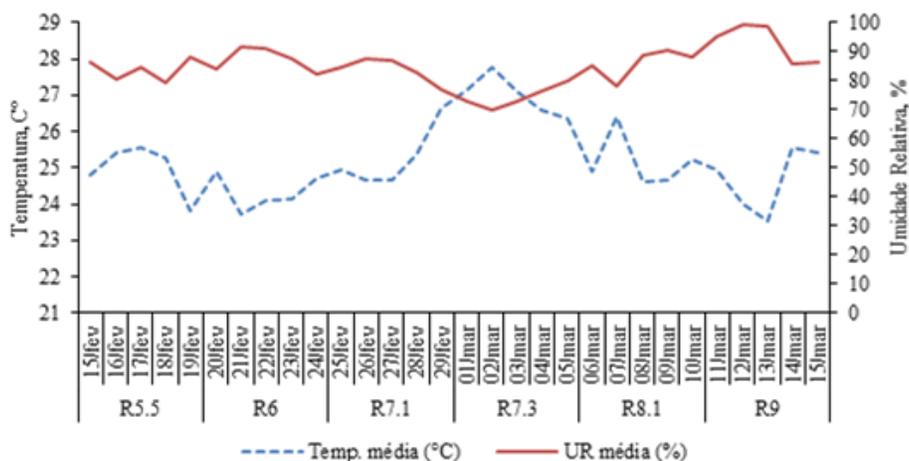


Figura 1. Temperatura média e umidade relativa do ar no período de dessecação até a colheita das cultivares BRS 7980 e M8372 IPRO. Sinop, MT, 2019.

Fonte: Elaborado pelo autores (2023).

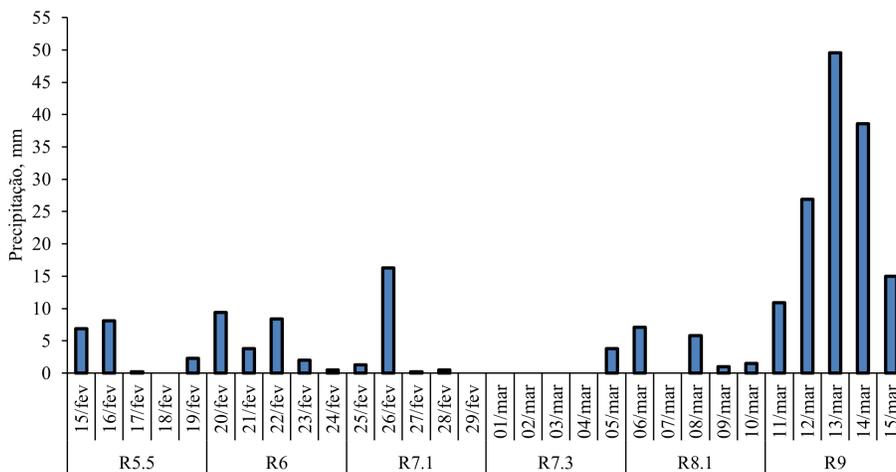


Figura 2. Precipitação diária no período de dessecação até a colheita das cultivares BRS 7980 e M8372 IPRO. Sinop, MT, 2019.

Fonte: Elaborado pelo autores (2023).

A temperatura média variou no período do experimento de 23,7 °C a 27,8 °C, enquanto a umidade relativa do ar (UR) variou de 70,1% a 99,5%. As principais espécies de fungos que atacam grãos e sementes tem seu desenvolvimento associado à magnitude da umidade relativa e potencializado pela temperatura. Estes fungos têm taxa de crescimento ótima para temperaturas entre 26 e 30 °C e exigem umidades relativas do ar de pelo menos 70% para se manterem metabolicamente ativos (Christensen; Kaufmann, 1974). As condições climáticas atendiam plenamente as necessidades destes microrganismos durante o período de colheita. Isso reforça a necessidade de se fazer a retirada de grãos do campo sempre no menor tempo possível, para evitar a deterioração dos grãos ainda na planta.

A precipitação variou de 0 a 49,5 mm, ocorrendo chuvas com os maiores volumes entre os dias 11 e 13 de março, coincidente com os últimos estádios avaliados (Figura 2). A presença de chuvas durante os períodos de colheita é o motivo pela qual a umidade relativa do ar permanece elevada e, além disso, proporcionam ciclos de umedecimento e secagem que modificam a estrutura do tegumento, proporcionando assim uma maior degradação por reações oxidativas naturais, sendo uma porta de entrada para o ataque de fungos.

Na Tabela 1 estão apresentados os principais resultados da caracterização qualitativa de uma amostra de soja, proveniente de diferentes estádios fenológicos das cultivares BRS 7980 e M8372 IPRO.

Tabela 1. Caracterização quantitativa de grãos de soja das cultivares BRS 7980 e M8372 IPRO, provenientes de plantas dessecadas em diferentes estádios fenológicos. Sinop, MT, 2019.

Classificação (%)	Estádios					
	R5.5	R6	R7.1	R7.3	R8.1	R9
BRS 7980						
Grãos verdes	4,5	1,97	0,14	1,58	-	-
Grãos quebrados	4,37	3,04	3,78	10,79	13,14	9,68
Ardidos	-	1,14	-	-	0,35	-
Mofados	0,38	2,77	0,2	0,26	1,39	2,2
Teor de água	6,62	6,28	6,49	6,19	6,27	6,58
M8372 IPRO						
Grãos verdes	1	-	-	-	-	-
Grãos quebrados	2,93	4,7	6,48	8,53	8,99	7,83
Ardidos	0,19	0,35	0,25	0,04	0,69	0,36
Mofados	0,66	1,66	1,23	0,62	1,77	2,18
Teor de água	6,83	7,22	6,21	6,89	5,53	6,35

Fonte: Elaborado pelo autores (2023).

Observou-se que, para a cultivar BRS 7980, a porcentagem de grãos verdes foi superior, nos primeiros estádios de maturação (R5.5, R6, R7.1 e R7.3), em destaque para o estádio R5.5, que apresentou o maior valor em relação as demais. Já para cultivar M8372 IPRO notou-se grãos verdes apenas no estádio R5.5.

Houve aumento na porcentagem de grãos quebrados conforme os estádios reprodutivos foram se sucedendo, até a maturidade de colheita (R9). Esse tipo de defeito nos grãos ocorreu, provavelmente, durante a colheita mecanizada, visto que, à medida que os grãos foram ficando com teor de água mais reduzido, devido ao avanço da maturação, houve aumento na quebra desses grãos no processo de trilhagem.

Verificou-se ainda, tanto para a cultivar BRS 7980 quanto para a M8372 IPRO, o aumento da quantidade de grãos mofados nos últimos estádios avaliados (R8.1 e R9). Estas amostras, por terem permanecido mais tempo no campo e cujo período de colheita coincidiu com aquele de maior índice pluviométrico na área experimental (Figura 2), foram as mais afetadas pelo ataque de patógenos.

Na Tabela 2 estão apresentados os valores médios de condutividade elétrica de grãos de soja, provenientes de plantas dessecadas em diferentes estádios fenológicos das cultivares BRS 7980 e M8373 IPRO.

Tabela 2. Condutividade elétrica média da solução de exsudatos de grãos de soja provenientes de plantas dessecadas em diferentes estádios fenológicos das cultivares BRS 7980 e M8373 IPRO. Sinop, MT, 2019.

Estádio	BRS 7980	M8372 IPRO
R5.5	104,02 a*	67,18 a
R6	69,50 b	59,45 a
R7.1	81,31 b	68,25 a
R7.3	84,95 b	66,79 a
R8.1	121,49 a	72,92 a
R9	127,52 a	63,22 a
CV(%)	21,12	31,71

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborado pelo autores (2023).

Os valores de condutividade elétrica (CE) da cultivar BRS 7980 foram maiores nos estádios fenológicos R5.5, R8.1 e R9, variando de 104,02 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ a 127,52 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ e menores nos estádios R6, R7.1 e R7.3, variando de 69,5 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ a 84,95 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$. O aumento da CE de grãos, normalmente é à maior liberação de exsudatos na solução e é normalmente atribuído ao rompimento das membranas celulares desses produtos. Quando maior o valor da CE da solução, maior é o nível de desorganização celular dos grãos. Quanto mais os grãos se aproximam da maturação, acontece o progresso e a organização estrutural dos sistemas de membranas celulares, o que pode indicar o ocorrido nos estádios R6, R7.1 e R7.3. Nos grãos colhidos em estádio de maturação mais adiantados, os mecanismos de proteção de membranas, para suportar

a dessecação, estão presentes sendo capazes, assim, de proporcionarem uma redução na lixiviação de solutos após a secagem, indicando uma melhor estruturação das membranas, as quais podem ser beneficiados pela síntese de proteínas lea (Veiga *et al.*, 2007).

É possível observar, entretanto, que os estádios R8.1 e R9 (Tabela 2) mostram um aumento nos valores de CE da cultivar BRS 7980. Se observado a Tabela 1, verificou-se que os grãos dos estádios R8.1 e R9 obtiveram maiores valores tanto de grãos quebrados quanto de grãos mofados, indicando que parte desses grãos tiveram suas integridades físicas comprometidas. Além disso, estas amostras ficaram mais tempo no campo e estiveram submetidos a mais variações climáticas diárias. Verificou-se, ainda, que os valores CE da cultivar M8372 IPRO não diferiam estatisticamente entre os estádios, mostrando um desempenho diferente da cultivar BRS 7980 (Tabela 2). Isso pode ser devido às diferenças genéticas intrínsecas às cultivares, possuindo a M8372 IPRO atributos qualitativos que permitam resguardar melhor suas características físicas quando expostas a fatores adversos no campo e na colheita.

Os resultados observados para a BRS 7980 corroboram aos observados por Pinto *et al.* (2017) que, ao analisarem a qualidade de grãos de soja em diferentes épocas de colheita, verificaram que quanto maior o tempo que os grãos permaneceram no campo, maior a quantidade de exsudados na solução aquosa, ou seja, maiores os danos apresentados na estrutura celular.

Segundo Vieira *et al.* (2002), a perda de qualidade está associada a perda de integridade das membranas celulares, onde aumenta-se a quantidade de exsudados liberados, sendo desta maneira, inversamente proporcional a perda de lixiviados e a qualidade das sementes.

Valores médios de massa específica aparente e massa de mil grãos, das cultivares BRS 7980 e M8372 IPRO, estão apresentados na Tabela 3.

Notou-se uma tendência de redução nos valores médios de massa específica aparente conforme foram avançando os estádios de maturação, para as duas cultivares. Os valores médios de massa de mil grãos tenderam a aumentar gradativamente conforme se sucederam os estádios fenológicos até a maturação, tanto para a BRS 7980 quanto para M8372 IPRO.

Tabela 3. Valores médios da massa específica aparente (MA) e massa de mil grãos (MM) de soja provenientes de plantas dessecadas em diferentes estádios fenológicos das cultivares BRS 7980 e M8373 IPRO. Sinop-MT, 2019.

Estádio	BRS 7980		M8372 IPRO	
	MA (kg m ⁻³)	MM (g)	MA (kg m ⁻³)	MM (g)
R5.5	718,64 a*	99,75 c	718,06 a	97,57 d
R6	721,65 a	118,89 b	717,60 a	121,80 c
R7.1	712,96 b	122,82 a	715,08 a	126,22 b
R7.3	707,86 b	120,25 a	699,77 b	131,45 a
R8.1	691,70 c	117,38 b	693,93 b	126,64 b
R9	691,72 c	115,80 b	711,99 a	132,86 a
CV(%)	0,59	2,58	0,6	3,72

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborado pelo autores (2023).

Observou-se que os valores médios de massa específica aparente da cultivar BRS 7980 variaram de 718,64 kg m⁻³ a 691,72 kg m⁻³. Os estádios R5.5 e R6 apresentaram os maiores valores médios de massa específica aparente, e os menores valores foram observados nos estádios R8.1 e R9, respectivamente.

Para cultivar M8372 IPRO, verificou-se que os valores da massa específica aparente variaram de 718,06 kg m⁻³ a 693,93 kg m⁻³. Também se verificou tendência semelhante à da cultivar BRS 7980, de redução gradativa nos valores conforme se sucederam os estádios reprodutivos até a maturação, com exceção do estádio R9.

Pela Tabela 1 é possível verificar que o teor de água dos grãos da cultivar BRS 7980 variou de 6,19% a 6,62% e, para a cultivar M8372 IPRO a variação de teor de água foi de 5,53% a 7,22%. A massa específica aparente depende, principalmente, da quantidade de água no grão, uma vez que o teor de água é o fator que mais influencia no volume e massa dos grãos (Botelho *et al.*, 2015). Todavia, neste caso a variação no teor de água não foi suficiente para proporcionar variações significativas na massa específica aparente. Logo, pode-se pressupor que o que mais influenciou a variação dos valores médios, para variável em cada estádio, foi o aumento do tamanho do grão devido ao acúmulo de matéria seca.

A soja como qualquer outra espécie de grão, quando inserida em determinado recipiente, em função do seu arranjo, permite que se formem espaços intergranulares, podendo ser maiores ou menores conforme o tamanho e a forma. Quanto maiores os grãos, menor o valor de massa específica aparente e, quanto menores os grãos, maior o valor de massa específica aparente (quando os grãos possuem o mesmo teor de água) (Silva, 2008). Assim, os maiores valores de massa específica aparente nos estádios iniciais de desenvolvimento podem ser justificados pela predominância de grãos menores, ainda em formação.

Vale ressaltar que a massa específica aparente é uma característica física constantemente utilizada para se avaliar a qualidade de uma massa de grãos, de forma que, usualmente, quanto maior a sua grandeza, melhor a qualidade do produto, sendo regularmente usada, por exemplo, na comercialização de alguns produtos como trigo e cevada. Carvalho e Nakagawa (2012) constataram que as sementes com maior massa específica são aquelas que possuem os embriões mais bem formados e com maior quantidade de tecidos de reserva (endosperma e perisperma, por exemplo).

Os valores médios de massa de mil grãos da cultivar BRS 7980 variaram de 99,75 g a 122,82 g (Tabela 3). Os maiores valores foram observados nos estádios de maturação R7.1 e R7.3 e o menor valor no estádio R5.5. Quanto à cultivar M8372 IPRO, os valores médios de massa de mil grãos variaram de 97,57 g a 132,86 g (Tabela 3). Verificou-se que para as duas cultivares houve acréscimos gradativos de massa, desde o estádio R5.5 até o ápice, nos estádios R7.1 e R7.3.

A massa de mil grãos é uma propriedade que, para uma mesma cultivar e mesmos fatores produtivos, depende basicamente do teor de água e matéria seca nos grãos. Porém, não se notou uma relação entre a mudança dos valores de teor de água e massa de mil grãos (Tabelas 1 e 3). De forma semelhante ao argumentado para a massa específica aparente, isso ocorreu devido à pequena variação do teor de água entre os estádios. Neste caso o aumento do tamanho do grão pelo maior acúmulo da matéria seca, à medida que se avançaram os estádios de maturação foi o que proporcionou aumento da magnitude dessa propriedade. Assim, o uso da dessecação em estádios anteriores ao recomendado (R7), ocasionou redução da massa unitária dos

grãos. De acordo com Pelúzio *et al.* (2008), essa redução de massa ocorre porque a planta para de translocar fotoassimilados para a semente somente no estágio R7, ou seja, até este estágio o grão ainda está, efetivamente, em formação.

Estes resultados também corroboram os encontrados por Inoue *et al.* (2012), que observam uma redução da massa de cem sementes com o uso da dessecação pré-colheita com Diquat no estágio R6.5 e R7.0 quando comparado ao estágio R7.5 para a cultivar SYN 9074 RR.

Na Tabela 4 estão apresentados os valores médios da composição centesimal dos grãos de soja dessecadas em diferentes estádios fenológicos.

Tabela 4. Valores médios, em %, de fibra bruta (FB), extrato etéreo (EE), cinzas (CI), proteína (P) e carboidratos (CB) de grãos de soja provenientes de plantas desseccadas em diferentes estádios fenológicos das cultivares BRS 7980 e M8372 IPRO. Sinop, MT, 2019.

Estádio	FB	EE	CI	P	CB
BRS 7980					
R5.5	15,79 a*	22,24 b	5,12 b	35,01 a	15,21 a
R6	11,93 a	23,98 a	5,24 b	35,23 a	17,33 a
R7.1	12,38 a	25,67 a	5,10 b	34,85 a	15,50 a
R7.3	12,05 a	24,26 a	5,07 b	35,16 a	17,25 a
R8.1	11,15 a	24,66 a	5,23 b	35,98 a	16,71 a
R9	13,81 a	24,62 a	5,53 a	36,12 a	13,33 a
CV(%)	18,6	3,82	1,94	4,54	17,48
M8372 IPRO					
R5.5	10,84 a	21,86 c	4,99 a	36,97 b	18,51 a
R6	11,23 a	23,45 b	5,05 a	39,00 a	14,04 a
R7.1	10,79 a	23,62 b	4,92 a	36,34 b	18,11 a
R7.3	11,02 a	23,94 b	4,91 a	36,16 b	17,06 a
R8.1	11,25 a	25,52 a	5,03 a	34,55 b	18,11 a
R9	9,25 b	24,39 b	4,96 a	35,66 b	19,39 a
CV(%)	6,13	2,57	2,06	3,09	16,83

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade

Fonte: Elaborado pelo autores (2023).

Observou-se que, para a cultivar BRS 7890, os valores médios de fibra bruta (FB), proteína (P) e carboidratos (CB) não variaram entre os estádios (Tabela 4). Já para os valores médios extrato etéreo (EE), o menor valor foi observado no estádio R5.5 (22,24%). Para os demais estádios, os valores de EE foram maiores se comparados ao R5.5, e não diferiram entre si. Isso pode ser explicado devido a planta estar ainda no estádio de acúmulo de reservas (Ritchie, 1982). Já os valores médios de cinzas (CI) (Tabela 4) variaram apenas para o estádio R9, em comparação aos demais.

Verificou-se, para a cultivar M8372 IPRO, que os valores médios de FB, CI e CB, não apresentaram diferença entre os estádios de maturação. Quanto aos valores médios de proteína (P), o único valor que diferiu foi para o estádio R6. Observou-se um acréscimo dos valores de P de aproximadamente 2% para o estádio R6, quando comparado ao estádio anterior. Porém, após o estádio R6, houve redução de 2,7% para o estádio seguinte (R7.1).

Os valores médios de EE aumentaram com a sucessão dos estádios fisiológicos. Houve um aumento aproximado de 1,6% do estádio R5.5 para o R6, mantendo-se sem acréscimos significativos para os estádios R7.1 e R7.3. Em seguida, observou-se novamente aumento de 1,6%, aproximadamente, do estádio R7.3 para o R8.1 e, em seguida, redução para o estádio seguinte (R9).

O menor teor de EE foi observado no estádio R5.5 (21,86%). Já a maior porcentagem do teor de EE foi observado no estádio R8.1 (25,52%). Esse resultado condiz com a maturidade relativa da cultivar M8372 IPRO (R8.1), sendo o ponto em que a planta cessa o envio de fotoassimilado para os grãos (início da senescência).

No estádio R9 observou-se redução do teor de EE, possivelmente devido ao início do processo de deterioração dos grãos no campo, onde a quantidade de grãos mofados (2,18%) foi superior aos demais estádios (Tabela 1). Como já foi abordado, isso possivelmente se deveu às maiores exposições a fatores climáticos a que esses grãos ficaram expostos o que proporcionou um ambiente favorável ao ataque de patogênicos.

Segundo Lamego *et al.* (2013), sementes dessecadas em estádio R6 acumularam menor quantidade de reservas e se tornaram de qualidade inferior. Porém, ressalta-se que estádios mais tardios de desenvolvimento da soja ficam

por maior período no campo, expostas a condições adversas de umidade e temperatura, podendo afetar sua qualidade.

Estes resultados ratificam aqueles encontrados neste trabalho, que evidenciaram uma menor qualidade dos grãos se dessecados muito precocemente ou muito tardiamente. Além disso, um resultado que é peculiarmente importante para a indústria, e que os resultados deste trabalho sugerem, é que o último composto formado no grão é o extrato etéreo (óleo), de modo que pode haver perdas na quantidade desse produto se houver a dessecação em estádios anteriores ao R6.

Pode-se dizer, assim, que a aplicação do herbicida dessecante deve ser realizada de modo parcial, isto é, em concordância com a capacidade de colheita da propriedade, para aquelas épocas em que o índice pluviométrico for elevado durante o período de colheita desta cultura. A utilização do dessecante na totalidade da área ou além da capacidade de colheita em curtos períodos podem ser prejudiciais, principalmente em épocas em que o índice pluviométrico seja mais elevado, visto que a aplicação do herbicida torna os grãos mais vulneráveis as variações climáticas, ocasionando a deterioração mais severa, com redução da qualidade.

Conclusões

- A aplicação de dessecante em diferentes épocas de dessecação influencia na qualidade dos grãos.
- A dessecação nos estádios R6, R7.1 e R7.3 proporcionou os menores valores de condutividade elétrica.
- A antecipação da dessecação ocasionou a redução da massa de mil grãos e aumento da massa específica aparente.
- A aplicação de dessecante na soja, em estádios anteriores ao recomendado, ocasionou perda na quantidade de óleo dos grãos.
- Aplicar o herbicida dessecante no estádio recomendado diminuiu a deterioração dos grãos no campo, causado por patógenos.

Agradecimentos

CNPq processo 427932/2018-1

Referências

- BOTELHO, F. M.; FARIA, B. M. E. M. de; BOTELHO, S. de C. C.; RUFFATO, S.; NOGUEIRA, R. M. Metodologias para determinação de massa específica de grãos. **Agrarian**, v. 11, n. 41, p. 251-259, 2018. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1154850/1/2018-cpamt-sccb-metodologia-determinacao-massa-especifica-graos.pdf>. Acesso em: 06 jun. 2023.
- BOTELHO, F. M.; GRANELLA, S. J.; BOTELHO, S. de C. C.; GARCIA, T. R. B. Influência da temperatura de secagem sobre as propriedades físicas dos grãos de soja. **Engenharia na Agricultura**, v. 23, n. 3, p. 212-219, 2015. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1040059/1/2015cpamtbotelhosecagemgraos.pdf>. Acesso em: 06 jun. 2023.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 11, de 15/05/2007. Regulamento Técnico da Soja, definindo o seu padrão oficial de classificação, com os requisitos de identidade e qualidade intrínseca e extrínseca, a amostragem e a marcação ou rotulagem. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, 16 de maio 2007a. Seção 1, p. 13-15. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=16/05/2007&jornal=1&pagina=13&totalArquivos=72>. Acesso em: 03 mar. 2023.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 37, de 27/07/2007. Alterar o inciso IV, do art. 2o, do Capítulo I, do Anexo da Instrução Normativa no 11, de 15 de maio de 2007, que passa a vigorar com as seguintes alterações, dando-se nova redação às alíneas "b" e "g" e acrescentando-se a alínea "h". **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, 30 de julho 2007b. Seção 1, p. 9. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=30/07/2007&jornal=1&pagina=9&totalArquivos=144>. Acesso em: 03 mar. 2023.
- BRASIL. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. **Regras para Análises de Sementes**. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009.
- BRUM, A. L.; HECK, C. R.; LEMES, C. L.; MÜLLER, P. K.: A economia mundial da soja: impactos na cadeia produtiva da oleaginosa no Rio Grande do Sul 1970-2000. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 43.; INTERNATIONAL PENSA CONFERENCE ON AGRI-FOOD CHAIN/NETWORKS ECONOMICS AND MANAGEMENT, 5., 2005, Ribeirão Preto. **Instituições, eficiência, gestão e contratos no sistema agroindustrial**: anais... Ribeirão Preto: FEARP; USP; PENSA; FUNDECE; SOBER, 2005. 1 CD-ROM.
- CARVALHO, N. M. de; NAKAGAWA, J. (ed.). **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5 ed. Jaboticabal: Funep, 2012.
- CHRISTENSEN, C. M.; KAUFMANN, H. H. Microflora. In: CHRISTENSEN, C. M. **Storage of cereal grains and their products**. St. Paul, Minn: American Association of Cereal Chemists, 1974. p. 158-192.
- DETMANN, E.; SILVA, L. F. C. e; ROCHA, G. C.; PALMA, M. N. N.; RODRIGUES, J. P. P. (org.). **Métodos para análise de alimentos**. 2. ed. Visconde do Rio Branco, MG: Suprema, 2021.

- FRANÇA-NETO, J. de B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A.; PADUA, G. P. de; LORINI, I.; HENNING, F. A. **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade**. Londrina: Embrapa Soja, 2016. (Embrapa Soja. Documentos, 380).
- 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 indeterminado no Mato Grosso. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 11, n. 4, p. 71-83, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.7824/rbh.v11i1.137>. Acesso em: 08 jun. 2023.
- LACERDA, A. L. S.; LAZARINI, E.; SA, M. E.; VALÉRIO FILHO, W. V. Aplicação de dessecantes na cultura de soja: teor de umidade nas sementes e biomassa nas plantas. **Planta Daninha**, v. 21, n. 3, p. 427-434, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582003000300011>. Acesso em: 05 jul. 2023.
- LAMEGO, F. P.; GALLON, M.; BASSO, C. J.; KULCZYNSKI, S. M.; RUCHEL, Q.; KASPARY, T. E.; SANTI, A. L. Dessecação pré-colheita e efeitos sobre a produtividade e qualidade fisiológica de sementes de soja. **Planta Daninha**, v. 31, n. 4, p.929-938, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582013000400019>. Acesso em: 5 maio 2023.
- MARCANDALLI, L. H.; LAZARINI, E.; MALASPINA, I. G. Épocas de aplicação de dessecantes na cultura da soja: Qualidade fisiológica de sementes. **Revista Brasileira Sementes**, v. 33, n. 2, p. 241-250, 2011.
- PELÚZIO, J. M.; RAMO, L. N.; FIDELIS, R. R.; AFFÉRI, F. S.; CASTRO NETO, M. D. de; CORREIA, M. A. R. Influência da dessecação química e retardamento de colheita na qualidade fisiológica de sementes de soja no sul do Estado do Tocantins. **Bioscience Journal**, v. 24, n. 2, p.77-82, 2008. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/6996>. Acesso em: 8 jun. 2023.
- PINTO, R. S.; BOTELHO, F. M.; BOTELHO, S. de C. C.; ANGELI, A. M. Qualidade de grãos de soja em diferentes épocas de colheita. **Nativa**, v. 5, n. esp., p. 463-470, 2017.
- RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; THOMPSON, H. E. **How a soybean plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology Cooperative Extension Service, 1982. Special Report, n. 53.
- SEDIYAMA, T. (ed.). **Tecnologias de Produção e Usos da Soja**. Londrina: Ed. Mecenas, 2009.
- SILVA, J. de S. e; CAMPOS, M. G.; SILVEIRA, S. de F. R. Armazenagem e comercialização de grãos no Brasil. In: SILVA, J. de S. e(ed.). **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. 2. ed. rev. amp.Viçosa: Aprenda fácil, 2008. p. 1-17.
- TECNOLOGIAS de produção de soja - Região Central do Brasil 2014. Londrina: Embrapa Soja, 2013. (Embrapa Soja. Sistemas de Produção, 16).
- VEIGA, A. D.; ROSA, S. D. V. F. da; SILVA, P. de A.; OLIVEIRA, J. A. de; ALVIM, P. de O.; DINIZ, K. A. Tolerância de sementes de soja à dessecação. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 3, p. 773-780, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/ij/cagro/a/kmyrmjzBTM3PbLHgWCrD5Xt/>. Acesso em: 07 jun. 2023.
- VIANA, J. L.; BOTELHO, F. M.; BECHLIN, T. R.; BOTELHO, S. de C. C.; OLIVEIRA, G. H. H. de. Modelagem matemática da contração volumétrica de grãos de sorgo. **Global science and Technology**, v. 10, n. 2, p. 98-105, 2017.
- VIEIRA, R. D.; PENARIOL, A. L.; PERECIN, D.; PANOBIANCO, M. Condutividade elétrica e teor de água inicial das sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 9, p. 1333-1338, 2002.

Embrapa

Agrossilvipastoril

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA E
PECUÁRIA

GOVERNO FEDERAL



UNIÃO E RECONSTRUÇÃO