AGRARIAN
OPEN ACCESS
e-ISSN: 1984-2538

Épocas de dessecação nos atributos pós-colheita de grãos de soja

Quality of desiccated soy beans at different stages of maturation

Fernando Mendes Botelho
Universidade Federal de Mato Grosso
E-mail: fernando.eaa@gmail.com
OrcID: https://orcid.org/0000-0002-7024-4268

Pedro Alexandre Schopf
Universidade Federal de Mato Grosso
E-mail: pedro_alexandre_19@hotmail.com
OrcID: https://orcid.org/0000-0002-2939-8257

Edison Ulisses Ramos Junior
Embrapa Soja
E-mail: edison.ramos@embrapa.br
OrcID: https://orcid.org/0000-0002-1391-6590

Ícaro Pererira Souza
Universidade Federal de Mato Grosso
E-mail: icodsouza@gmail.com
OrcID: https://orcid.org/0000-0001-7307-229X

Silvia de Carvalho Campos Botelho
Embrapa Agrossilvipastoril
E-mail: silvia.campos@embrapa.br
OrcID: http://orcid.org/0000-0002-2689-5303

Data de recebimento: 22/02/2022
Data de aprovação: 10/07/2022
DOI: https://doi.org/10.30612/agrarian.v15i55.15683

Resumo: Visando aumentar a janela de plantio da segunda safra, a aplicação de herbicida dessecante na lavoura de soja antes da maturação fisiológica dos grãos tem sido prática comum no médio norte de Mato Grosso, por parte dos produtores. Assim, objetivou-se, por meio deste trabalho, avaliar o efeito da aplicação de dessecante em diferentes estádios fenológicos da lavoura de soja nos aspectos físicos e químicos dos grãos, em Sinop-MT, durante a safra da soja 2018/19. As cultivares BRS 7980 e M 8372 IPRO foram dessecadas em cinco estádios fenológicos distintos (R5.5, R6, R7.1, R7.3, R8.1). Após a colheita, os grãos foram secos, limpos e classificados. Em seguida, determinou-se a massa específica aparente, a massa de mil grãos e os componentes de composição centesimal (fibra bruta, extrato etéreo, proteína, cinzas, carboidrato e água). 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 as injúrias causadas por patógenos nos grãos de soja das duas cultivares.

Palavras-chave: *Glycine max*. Propriedades físicas. Maturação.

Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

AGRARIAN
OPEN ACCESS
e-ISSN: 1984-2538

Abstract: In order to increase the planting window of the second crop, some producers have used an application of desiccant herbicide before physiological maturation of soybeans in the middle northern of Mato Grosso. The objective of this work was to evaluate the effect of desiccant application at different stages of maturation of soybean crops, and to evaluate the influence of this operation on physical and chemical aspects of the grains. We used grains from cultivars BRS 7980 and M 8372 IPRO. For each cultivar evaluated, desiccation occurred in five phenological stages (R5.5, R6, R7.1, R7.3, R8.1). After harvesting, the beans were dried, cleaned and classified. The anticipation of desiccation reduced the mass of a 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 the deterioration of the grains in the field, caused by pathogens.

Keywords: *Glycine max*. Physical properties. Maturation.

1 Introdução

A soja (*Glycine max* L. Merrill) é uma das mais importantes culturas agrícolas em todo o mundo, sendo o Brasil um dos maiores produtores dessa oleaginosa, e possuindo um amplo conhecimento tecnológico sobre essa espécie (Seixas, Neumaier, Balbinot Junior, Krzyzanowski, Leite, 2020). Em muitas das áreas produtoras de grãos do Brasil, incluindo-se o médio-norte do estado de Mato Grosso, são realizadas duas safras por ano, sendo que, normalmente, a soja é cultivada na primeira. Essa otimização do uso do solo exige que a soja seja semeada assim que iniciado o período chuvoso, ou seja, entre meados de setembro a início de outubro, para que a colheita possa ser realizada entre os meses de janeiro e fevereiro. Desse modo, a segunda safra pode ser realizada plenamente e promover o retorno econômico esperado. Todavia, na região médio-norte de Mato Grosso, assim como em outras regiões do estado, o período em que a cultura entra em maturação de colheita é caracterizado por um elevado volume de chuvas (Pinto, Botelho, Botelho, Angeli, 2017).

Segundo França-Neto *et al*. (2016), a soja está apta para ser colhida a partir do estádio de maturação R7, no entanto, devido ao elevado teor de água dos grãos, neste momento ainda é inviável a colheita. Assim, devido ao elevado teor de água na ocasião da época de colheita, a aplicação de herbicidas dessecantes constitui uma operação ordinária e de primordial importância entre os produtores de soja.

Nas regiões de Mato Grosso e de outros estados onde a época de colheita da soja coincide com a época chuvosa, pelo expressivo tamanho das áreas cultivadas, tem sido cada vez mais comum a aplicação do herbicida em estádios anteriores ao recomendado, o que pode resultar em perdas quantitativas e qualitativas de grãos. A utilização de dessecantes não é obrigatória e, em grande parte das vezes, não é necessária, mas tem sido cada vez mais adotada pelos produtores visando uniformizar a lavoura, escalonar a colheita e ter ganhos logísticos, mesmo que em detrimento da produtividade.

Lacerda, Lazarini, Sá, Valério Filho (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 antecipação da colheita em alguns dias, possibilitando produzir grãos com maior qualidade física, fisiológica e sanitária.

Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

Diante disso, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a influência de épocas de dessecação da soja, em diferentes estádios fenológicos, na qualidade de grãos de soja produzidos na região médio-norte de Mato Grosso.

2 Material e métodos

A implantação da cultura foi realizada em área experimental da Embrapa Agrossilvipastoril, em Sinop - MT, (11°51'36"S e 55°36'39"O). As avaliações físicas e químicas 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 a M 8372 IPRO. A cultivar convencional BRS 7980 pertence ao grupo de maturidade relativa 7.9, apresenta tipo de crescimento determinado e ciclo médio de 104 a 120 dias. A cultivar transgênica M 8372 IPRO pertence ao grupo de maturidade relativa 8.3 e tipo de crescimento determinado, com ciclo médio de 110 a 120 dias.

O experimento foi conduzido durante a safra 2018/2019, em delineamento experimental de blocos casualizados, com 6 tratamentos (estádios fenológicos) e três repetições, para cada cultivar. A parcela experimental foi composta por quatro linhas de 5 m de comprimento, com espaçamento entrelinhas de 0,50 m, perfazendo, cada parcela experimental, uma área total de 10 m². Para a área útil de cada parcela experimental, utilizaram-se as duas linhas centrais de cada parcela, desprezando-se 0,5 m de cada extremidade, totalizando-se duas linhas de 4 m de comprimento, ou 4 m², com espaçamento entre linhas de 0,50 m.

O controle de plantas daninhas, para ambas cultivares, foi realizado conforme recomendado para cultivares não transgênicas. A cultura recebeu os demais tratos fitossanitários para controle de pragas e doenças sempre que necessário, com produtos e doses recomendadas para a cultura.

A aplicação do dessecante nas parcelas experimentais foi escalonada de acordo com o desenvolvimento reprodutivo, avaliando-se diariamente a mudança de estádio, conforme Ritchi, Hanway, Thompson, Benson (1982), adaptado por Yorinori (1986). Assim, o dessecante foi aplicado em parcelas nos estádios reprodutivos R5.5, R6, R7.1, R7.3 e R8.1, sendo o R9 a testemunha (sem aplicação).

A colheita foi realizada de maneira mecanizada, com colhedora de parcelas da marca Wintersteiger Classic, ano 2010, provida de plataforma com molinete para soja e demais cereais, quando os grãos atingiram aproximadamente 18% de umidade no campo. Após a colheita, os grãos foram secos naturalmente, em temperatura ambiente, até atingir a umidade recomendada para armazenamento (abaixo de 13%). Após a secagem, as amostras foram limpas e acondicionadas em sacos de papel para armazenagem.

O teor de água foi determinado em uma estufa com circulação forçada de ar a 105 ± 1 °C por 24 h em três repetições de 40 g (Brasil, 2009), para cada época de colheita.

A quantificação de grãos 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 (MAPA), 2007.

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 seguintes determinações:

Massa específica aparente: para a determinação da massa específica aparente foi utilizado o método da acomodação natural dos grãos em recipiente com 1 L de volume. Para garantir que os grãos de soja se acomodassem de maneira natural dentro do recipiente, e para que houvesse homogeneidade entre as repetições realizadas para cada amostra, utilizou-se um funil fixo a um suporte universal que permitiu manter o fluxo, da descarga até o recipiente, de maneira constante. Após o preenchimento do funil com os

Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

grãos de soja, permitiu-se que estes fossem derramados até que ocorresse o transbordamento do recipiente. O excesso era retirado, raspando-se uma haste retilínea sobre as bordas do recipiente para permitir a padronização do volume das amostras para posterior determinação de sua massa em balança com precisão de 0,01 g. Para maior acurácia nos resultados, determinou-se a massa de 5 subamostras por parcela, sendo, posteriormente, realizada uma média simples para se determinar o valor final da unidade experimental.

Massa de mil grãos: a massa de mil grãos foi determinada realizando-se a pesagem de 8 repetições de 100 sementes, em uma balança semianalítica com resolução de 0,01 g. Após as pesagens, utilizou-se a média multiplicada se por 10 para se obter o resultado para cada unidade experimental, seguindo-se Brasil (2009).

A composição centesimal dos grãos (teores de extrato etéreo, proteína, cinzas e fibras) foi determinada seguindo o descrito em Instituto Adolfo Lutz (IAL), 1985. O teor de extrato etéreo foi determinado a partir do teor de gordura extraído com éter de petróleo. Os compostos extraídos são predominantemente triacilglicerídeos, assim como pequenas quantidades de outros lipídios solúveis em éter de petróleo. O teor de proteína foi determinado por meio de uma combustão inicial da amostra, obtendo-se compostos elementares como água, dióxido de carbono, oxigênio e nitrogênio. Estes compostos foram, então, separados por meio de "armadilhas" dentro do equipamento de análise elementar de CHNS. O nitrogênio foi quantificado por um detector de condutividade térmica. Por fim, utilizou-se 6,25 como fator de conversão do N presente na amostra em proteína. O teor de cinzas foi determinado pela quantidade de resíduo obtida por incineração da amostra, a uma temperatura superior a 550 °C, também denominado resíduo mineral fixo. As cinzas resultantes do processo foram pesadas em balança semianalítica, com precisão de 0,01 g. O teor de fibra bruta foi determinado no resíduo orgânico remanescente da massa de grãos moídos após a 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.

O teor de carboidrato foi determinado por diferença de massa, 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, seguindo-se o teste de Scott-Knott ao nível de significância de 5% de probabilidade para comparação de médias em esquema fatorial, utilizando-se o software R Statistical®.

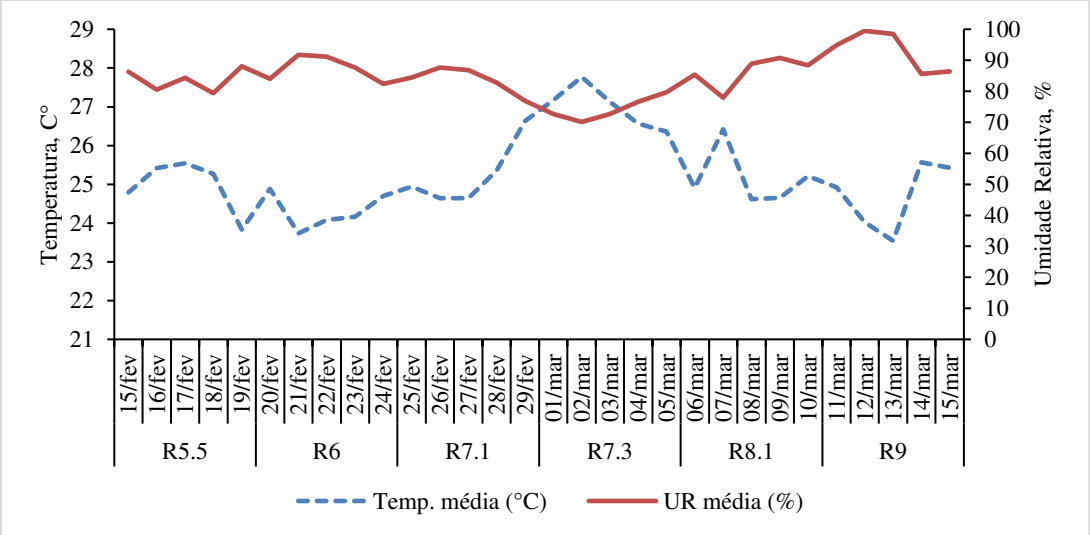
3 Resultados e discussão

Nas Figuras 1 e 2 estão apresentados os valores de temperatura média, umidade relativa do ar e precipitação no período entre os estádios fenológicos R5.5 e R9, onde foram realizadas as dessecações e as colheitas das cultivares BRS 7980 e M 8372 IPRO.

Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

Figura 1. Temperatura média e umidade relativa do ar no período de dessecação até a colheita das cultivares BRS 7980 e M 8372. Sinop-MT, 2020.

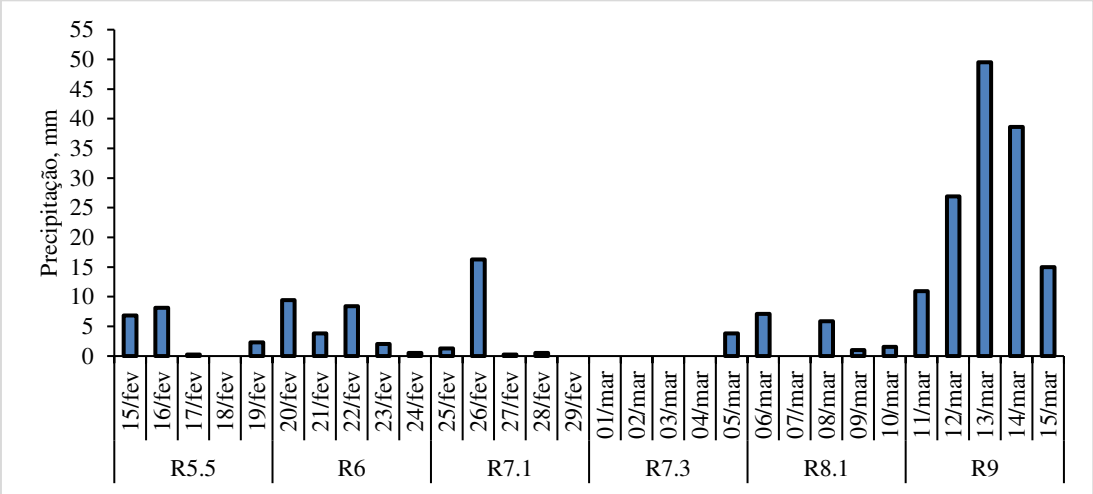
***Figure 1**. Average temperature and relative humidity of the air in the period of desiccation until the harvest of the cultivars BRS 7980 and M 8372. Sinop-MT, 2020.*



Fonte: Elaborada pelos autores
***Source:** Prepared by the authors*

Figura 2. Precipitação diária no período de dessecação até a colheita das cultivares BRS 7980 e M 8372 IPRO. Sinop-MT, 2020.

***Figure 2.** Daily precipitation during the desiccation period until the harvest of cultivars BRS 7980 and M 8372 IPRO. Sinop-MT, 2020.*



Fonte: Elaborada pelos autores
***Source:** Prepared by the authors*

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% (Figura 1). As principais

Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

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 em temperaturas variando entre 26 e 30 °C e exigem umidade relativa de, pelo menos 70%, para se manterem metabolicamente ativos (Christensen & Kaufmann, 1974).

De acordo com os dados climáticos registrados, as condições ambientais para desenvolvimento fúngico eram plenamente atendidas durante a fase final do ciclo da cultura (Figuras 1 e 2). Isso reforça a necessidade de se realizar a colheita no menor período de tempo, quando possível, para evitar a deterioração dos grãos ainda no campo. A precipitação variou de 0 a 49,5 mm, ocorrendo chuvas com os maiores volumes entre os dias 08 e 15 de março, coincidindo com os últimos estádios avaliados (R8.1 e R9) (Figura 2). A presença de chuvas durante os períodos de colheita é o motivo pelo qual a umidade relativa do ar permanece elevada e, além disso, proporcionam ciclos de umedecimento e secagem que modificam a estrutura do tegumento dos grãos, proporcionando, assim, maior degradação por reações oxidativas naturais, facilitando o ataque de fungos.

Tabela 1. Caracterização qualitativa de grãos de soja, das cultivares BRS 7980 e M 8372 IPRO, provenientes de plantas dessecadas em diferentes estádios fenológicos. Sinop-MT, 2020.

Table 1. *Qualitative characterization of soybeans, cultivars BRS 7980 and M 8372 IPRO, from desiccated plants in different phenological stages. Sinop-MT, 2020.*

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
	M 8372 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: Elaborada pelos autores. **Source:** *Prepared by the authors*

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 M 8372 IPRO notou-se grãos verdes apenas no estádio R5.5. O estádio R5.5, denominado final da granação ou fase final do enchimento de grãos, é caracterizado por apresentar a maioria das vagens no terço superior da haste principal entre 75 a 100% da granação máxima (Ritchi *et al*., 1982, apud, Câmara, 2006).

Observou-se que houve aumento na porcentagem de grãos quebrados conforme os estádios reprodutivos foram se sucedendo, até o estádio 8.1. Esse tipo de defeito nos grãos ocorreu, provavelmente, durante a colheita mecanizada, uma vez que o teor de água

Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

dos grãos foi reduzindo com a maturação. Notou-se que atingida a maturidade de colheita (R9), houve ligeira redução na quantidade de grãos quebrados, visto que, neste período, houve maior incidência de chuvas (Figura 1), proporcionando o aumento no teor de água (6,58% e 6,35% para BRS 7980 e M 8372 PRO, respectivamente), tornando o grão menos susceptível à quebra.

Houve ainda, de modo geral, tanto para a cultivar BRS 7980 quanto para a M 8372 IPRO, o aumento na porcentagem de grãos mofados nos últimos estádios avaliados (R8.1 e R9). Estas amostras permaneceram mais tempo no campo, cujo período de colheita coincidiu com aquele de maior índice pluviométrico na área experimental (Figura 2), sendo mais afetadas pelo ataque de patógenos. O aumento de grãos mofados, assim como a perda qualitativa da soja também foi observado por Pinto *et al*. (2017) como resultado do retardamento da colheita em áreas que receberam e não receberam herbicida dessecante para acelerar a senescência natural da planta.

Tabela 2. Massa específica aparente (MA) e massa de mil grãos (MG) de soja provenientes de plantas dessecadas em diferentes estádios fenológicos, das cultivares BRS 7980 e M 8373 IPRO. Sinop-MT, 2020.

Table 2. *Bulk density (MA) and thousand grain mass (MG) of soybean from desiccated plants at different phenological stages, cultivars BRS 7980 and M 8373 IPRO. Sinop-MT, 2020.*

Estádio	BRS 7980		M 8372 IPRO	
	MA (kg m^{-3})	MG (g)	MA (kg m^{-3})	MG (g)
R5.5	718,64 a[1]	99,75 c	718,06 a	97,57 d
R6	721,65 a	118,89 b	717,6 a	121,8 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	691,7 c	117,38 b	693,93 b	126,64 b
R9	691,72 c	115,8 b	711,99 a	132,86 a
C.V.(%)	0,59	2,58	0,6	3,72

[1] Médias seguidas por letras diferentes minúsculas na coluna diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. **Fonte:** Elaborada pelos autores.
[1] *Means followed by different lowercase letters in the column differ from each other by the Scott-Knott test at 5% probability.* **Source***: Prepared by the authors.*

Os valores médios de massa específica aparente diminuíram conforme os estádios fenológicos foram se sucedendo, até a maturação, para as duas cultivares. Os valores médios de massa de mil grãos, em geral, aumentaram gradativamente conforme os estádios fenológicos se sucederam até a maturação, tanto para a BRS 7980 quanto para M 8372 IPRO.

Observou-se que os valores médios de massa específica aparente da cultivar BRS 7980 variaram de 718,64 a 691,72 kg m^{-3}. Os grãos da cultivar BRS 7980 colhidos nos estádios R5.5 e R6 apresentaram os maiores valores de massa específica aparente, e os menores valores foram observados nos estádios R8.1 e R9 (Tabela 2).

Resultados semelhantes foram observados para a cultivar M 8372 IPRO; os valores da massa específica aparente variaram de 718,06 a 693,93 kg m^{-3}, com redução gradativa nos valores conforme se sucederam os estádios reprodutivos até a maturação, com exceção do estádio R9 (Tabela 2).

O teor de água dos grãos da cultivar BRS 7980 variaram de 6,19 a 6,62% e, para a cultivar M 8372 IPRO de 5,53 a 7,22% (Tabela 1). Apesar de alguns fatores influenciarem a magnitude da massa específica, como a metodologia empregada na determinação (Botelho, Faria, Botelho, Ruffato, Martins, 2018), o teor de impurezas presente na massa

Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

de grãos (Botelho, Botelho, Sobreira, 2019; Lopes, Resende, Bessa, Lima, Quequeto, 2019) e a temperatura na qual a amostra foi secada (Botelho, Granella, Botelho, Garcia, 2015), ela depende, principalmente, da quantidade de água no grão, pois este é o fator que mais influencia o seu volume e massa (Araújo, Goneli, Orlando, Martins, Hartmann Filho, 2015; Hauth, Botelho, Hoscher, Botelho, Oliveira, 2018; Khan, Moses, Kumar, Kumar, Upadhyay, 2017). Todavia, no presente estudo, uma vez que a variação no teor de água não foi suficiente para proporcionar variações significativas na massa específica aparente, pressupõe-se que o que mais influenciou na variação dos valores médios da massa específica aparente em cada estádio pode ter sido o aumento do tamanho dos grãos devido ao acúmulo de matéria seca. Pinto *et al*. (2017) também observaram o aumento da massa específica aparente dos grãos de soja nos primeiros dias que sucederam a maturação fisiológica, resultado do processo contínuo de formação dos grãos na planta.

A soja, por possuir formato esférico, quando inserida em determinado recipiente, faz com que seu arranjo permita que se formem espaços vazios entre os grãos, podendo ser maiores ou menores conforme o tamanho dos grãos. Para um mesmo teor de água, quanto maiores os grãos, menor o valor de massa específica aparente e vice-versa (Botelho *et al*., 2018), que pode justificar a maior massa específica aparente nos estádios iniciais de desenvolvimento (grãos menores).

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 na comercialização de produtos, como o trigo (Corrêa, Ribeiro, Resende, Botelho, 2006). Carvalho e Nakagawa (2012) constataram que as sementes com maior massa específica são aquelas que possuem os embriões com maior quantidade de tecidos de reserva.

Os maiores valores da massa de mil grãos da cultivar BRS 7980 foram observados nos estádios de maturação R7.1 e R7.3, e o menor no estádio R5.5. Para a cultivar M 8372 IPRO, os valores médios de massa de mil grãos variaram de 97,57 a 132,86 g (Tabela 2). 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 ligados à produção (edafoclimáticos, tratos culturais, espaçamento de plantio, dentre outros) varia basicamente com o teor de água (Araújo, Goneli, Souza, Gonçalves, Vilhasanti, 2014; Kakade, Khodke, Jadhav, Gajabe, Othzes, 2019).

Porém, não se notou uma relação entre a mudança dos valores de teor de água e massa de mil grãos (Tabelas 1 e 2). 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 determinado pelo maior acúmulo da matéria seca, à medida que se avançaram os estádios de maturação, foi o que possivelmente proporcionou aumento da magnitude dessa propriedade. Assim, o uso da dessecação em estádios anteriores à maturidade (R7) ocasionou redução da massa unitária dos grãos. De acordo com Pelúzzio *et al*. (2008), isso ocorre pelo fato de que a planta cessa a translocação de fotoassimilados para a semente somente no estádio R7, ou seja, até este estádio, o grão ainda está, efetivamente, em formação. Estes resultados também corroboram com os encontrados por Inoue *et al.* (2012), que observaram 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 estádio R7.5 para a cultivar SYN 9074 RR.

Na Tabela 3 estão apresentados os valores médios de fibra bruta (FB), extrato etéreo (EE), cinzas (CI), proteína (P) e carboidratos (CB), das cultivares BRS 7980 e M 8372 IPRO.

Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

Tabela 3. Composição centesimal de grãos soja provenientes de plantas dessecadas em diferentes estádios de maturação das cultivares BRS 7980 e M 8372 IPRO.

Table 3. *Centesimal composition of soybeans from desiccated plants at different stages of maturation of cultivars BRS 7980 and M 8372 IPRO*.

Estádio	FB[1]	EE[1]	CI[1]	P[1]	CB[1]
	%				
	BRS 7980				
R5.5	15,79 a[2]	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
C.V.(%)	18,6	3,82	1,94	4,54	17,48
	M 8372 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
C.V.(%)	6,13	2,57	2,06	3,09	16,83

[1]FB: Fibra bruta; EE: Extrato etéreo; CI: Cinzas; P: Proteína; CB: Carboidratos. [2]Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. **Fonte:** Elaborada pelos autores.
[1]FB: Crude fiber; EE: Ethereal extract; CI: Ash; P: Protein; CB: Carbohydrates. [2]Means followed by the same lowercase letter in the column do not differ from each other by the Scott-Knott test at 5% probability. **Source:** *Prepared by the authors.*

A aplicação de dessecante em diferentes estádios fenológicos da cultivar BRS 7980 não apresentou diferença significativa para a fibra bruta (Tabela 3). O extrato etéreo foi menor no estádio R5.5 (22,24%), assim como os resultados de cinzas, que não diferiu significativamente dos estádios sucessores, exceto o R9 (Tabela 3).

Resultados semelhantes foram observados para a cultivar M 8372 IPRO, que não apresentou diferença significativa entre os estádios para os valores de FB, CI e CB (Tabela 3). A dessecação realizada no estádio R8.1 proporcionou grãos com o maior valor de E.E., e o menor resultado foi observado com no estádio R5.5 e os demais estádios apresentaram resultados intermediários, sem diferirem significativamente entre si (Tabela 3). O menor teor de estrato etéreo (21,86%) e o maior (25,52%) foram observados nos estádios R5.5 e R8.1, respectivamente. Esse resultado condiz com a maturidade relativa dessas cultivares (R8.1), sendo este o ponto em que a planta cessa o envio de fotoassimilados para os grãos (início da senescência).

Com a aplicação do dessecante no estádio 5.6 observou-se o maior resultado de proteína em relação aos demais estádios, que, não apresentaram diferença significativa entre si (Tabela 3).

No estádio R9 observou-se a redução do teor de estrato etéreo, possivelmente devido ao início do processo de deterioração dos grãos no campo, onde a quantidade de

Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

grãos mofados (2,18%) foi superior aos demais estádios (Tabela 2). Possivelmente isso ocorreu devido à maior exposição a fatores climáticos aos quais esses grãos ficaram expostos, o que proporcionou um ambiente favorável ao ataque de patógenos.

Sementes de soja dessecadas em estádio R6 acumulam menor quantidade de reservas e apresentam qualidade inferior. Complementarmente, os estádios mais tardios de desenvolvimento implicam em maior período de exposição dos grãos no campo às condições adversas de umidade relativa e temperatura, podendo afetar sua qualidade, (Lamego *et al*., 2013). No presente trabalho, observou-se que a qualidade dos grãos de soja pertencente a dois genótipos distintos advindos de plantas dessecadas muito precocemente, bem como muito tardiamente, foi afetada negativamente. Além disso, observou-se que o último composto formado no grão é o extrato etéreo, de modo que pode haver perdas na quantidade desse produto se houver a dessecação em estádios anteriores ao R6. Esses resultados são importantes para a cadeia tecnológica de produção da soja, uma vez que o óleo é um dos principais constituintes da massa seca e também é um dos constituintes de maior interesse da indústria de esmagamento deste produto.

Diante do exposto, a aplicação do herbicida dessecante deve ser realizada de modo parcial, isto é, em concordância com a capacidade de colheita da propriedade, e para aquelas épocas em que o índice pluviométrico for elevado durante o período que antecede a colheita no campo. A utilização do dessecante de forma não escalonada na totalidade da área ou além da capacidade de colheita, principalmente em épocas de elevada precipitação, tornam os grãos mais vulneráveis às variações climáticas e acelera sua deterioração no campo, reduzindo assim sua qualidade.

4 Conclusões

A aplicação de dessecante em diferentes épocas de dessecação influencia na qualidade dos grãos de soja.

A antecipação da dessecação, em relação à maturidade fisiológica, reduz a massa de mil grãos e aumenta a massa específica aparente dos grãos de soja.

A aplicação de dessecante na soja, anteriormente à maturidade fisiológica, diminui a quantidade de óleo nos grãos.

Aplicar o herbicida dessecante no estádio recomendado diminui as injúrias causadas por patógenos nos grãos.

5 Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - pelo apoio financeiro para condução desse projeto (Processo 427932/2018-1) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior do Brasil (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado ao primeiro e ao quarto autores.

6 Referências

Araújo, W. D.; Goneli, A. L. D.; Orlando, R. C.; Martins, E. A. S. & Hartmann Filho, C. P. (2015). Propriedades físicas dos frutos de amendoim durante a secagem. *Revista Caatinga*, 8(4), 170-180. http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252015v28n419rc

Araújo, W. D.; Goneli. A. L. D.; Souza, C. M. A.; Gonçalves, A. A. G.& Vilhasanti, H. C. B. (2014). Propriedades físicas dos grãos de amendoim durante a secagem. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 18(3), 279-286. https://doi.org/10.1590/S1415-43662014000300006

Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

Botelho, F. M.; Botelho, S. C. C.& Sobreira, M. C. A. (2019). Influência do teor de impurezas nas propriedades físicas de milho, soja e arroz em casca. *Scientific Electronic Archives*, 12(1), 52-58. https://doi.org/10.36560/1212019632

Botelho, F. M.; Faria, B. M. E. M; Botelho, S. C. C.; Ruffato, S.& Martins, R. N. (2018). Metodologias para determinação da massa específica de grãos. *Agrarian*, 11(41), 251-259. https://doi.org/10.30612/agrarian.v11i41.7922

Botelho, F. M.; Granella, S. J.; Botelho, S. C. C.& Garcia T. R. B. (2015). Influência da temperatura de secagem sobre as propriedades físicas dos grãos de soja. *Engenharia na Agricultura*, 23(3), 212-219. https://doi.org/10.13083/reveng.v23i3.574

Brasil. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. (2009). *Regras para Análise de Sementes.* Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária.

Câmara, G. M. S. Fenologia é ferramenta auxiliar de técnicas de produção. *Visão agrícola*, n. 5, 2006. Disponível em: < https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/va05-planta-e-ambiente01.pdf >, acesso em: 11/07/2022.

Carvalho, N. M. & Nakagawa, J. (2012). *Sementes: Ciência, Tecnologia e Produção.* 5ed. Jaboticabal: FUNEP, 590 p.

Christensen, C. M. & Kaufmann, H. H. (1974). Microflora. In: C. M. Christensen (Ed.) *Storage of cereal grain and their products* (pp.158-192). St. Paul: American Association of Cereal Chemists.

Corrêa, P. C., Ribeiro, D.M., Resende, O., Botelho, F.M. (2006) Determinação e modelagem das propriedades físicas e da contração volumétrica do trigo, durante a secagem. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 10(3),665-670. https://doi.org/10.1590/S1415-43662006000300019.

França-Neto, J. B.; Krzyzanowski, F. C.; Henning, A. A.; Pádua, G. P.; Lorini, I. & Henning, F. A. (2016). *Tecnologia para produção de sementes de soja de alta qualidade Série Sementes.* Londrina: Embrapa Soja.

Hauth, M. H.; Botelho, F. M.; Hoscher, R. H.; Botelho, S. C. C. & Oliveira, G. H. H. (2018). Physical properties of different soybean cultivars during drying. *Engenharia Agrícola*, 38(4), 590-598. https://doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v38n4p590-598/2018

Inoue, M. H.; Pereira, P. S. X.; Mendes, K. F.; Ben, R.; Dallacort, R.; Mainardi, J. T.; Araújo, D. V. & Conciani, P. A. (2012). Determinação do estádio de dessecação em soja de hábito indeterminado no Mato Grosso. *Revista Brasileira de Herbicidas*, 33(4), 769-770. https://doi.org/10.7824/rbh.v11i1.137

Instituto Adolfo Lutz (1985). *Métodos químicos e físicos para análise de alimentos.* 3.ed. São Paulo: IMESP.

Kakade, A.; Khodke, S.; Jadhav. S.; Gajabe, M. & Othzes, N. (2019). Effect of moisture content on physical properties of soybean. I*nternational Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 8(4), 1770-1782. http://dx.doi.org/10.20546/ijcmas.2019.804.206

Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

Khan, K.; Moses, S. C.; Kumar, A.; Kumar, D. & Upadhyay, A. (2017). Physical properties of pigeon pea grains at different moisture content. *International Journal of Pure & Applied Bioscience*, 5(2), 556-562. http://dx.doi.org/10.18782/2320-7051.2534

Lacerda, A. L. S.; Lazarini, E.; Sá, M. E. & Valério Filho, W. V. (2003). Aplicação de dessecantes na cultura de soja: teor de umidade nas sementes e biomassa nas plantas. *Planta Daninha*, 21(3), 427- 434. https://doi.org/10.1590/S0100-83582003000300011

Lamego, F. P., Gallon, M., Basso, C. J., Kulczynski, S. M., Ruchel, Q., Kaspary, T. E. & Santi, A. L. (2013). Dessecação pré-colheita e efeitos sobre a produtividade e qualidade fisiológica de sementes de soja. *Planta Daninha*, 31(4), 929-938. https://doi.org/10.1590/S0100-83582013000400019

Lopes, M. A. S.; Resende, O.; Bessa, J. F. V.; Lima, R. R. & Quequeto, W. D. (2019). Propriedades físicas dos grãos de soja, cotilédones e impurezas. *Revista de Ciências Agrárias*, 42(4), 962-970. https://doi.org/10.19084/rca.18030

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2020). *Classificação física de grãos de soja. Instrução Normativa nº 11, de 15/05/2007.* Disponível em: http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=1194426968.

Pelúzio, J. M.; Ramo, L. N.; Fidelis, R. R.; Afférri, F. S.; Castro Neto, M. D. & Correia, M. A. R. (2008). Influência da dessecação química e retardamento de colheita na qualidade fisiológica de sementes de soja no sul do Estado do Tocantins. *Biosciense Journal*, 24(2), 77-82.

Pinto, R. S.; Botelho, F. M.; Botelho, S. C. C. & Angeli, A. M. (2017). Qualidade de grãos de soja em diferentes épocas de colheita. *Nativa*, 5(Especial), 463-470. https://doi.org/10.31413/nativa.v5i7.4375

Ritchie, S.W.; Hanway, J. J.; Thompson, H. E.; Benson, G. O. (1982). *How a soybean plant develops*. Ames: Iowa State University of Science and Technology Cooperative Extension Service.

Seixas, C. D. S.; Neumaier, N.; Balbinot Junior, A. A.; Krzyzanowski, F. C.; Leite, R. M. V. B. de C. (ed.). *Tecnologias de produção de soja*. Londrina: Embrapa Soja, 2020. 347 p.

Yorinori, J. T. (1986). Doenças da soja no Brasil. In: Fundação Cargill. *Soja no Brasil Central (pp.301-363)*. 3.ed. Campinas.

Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.