

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
CÂMPUS UNIVERSITÁRIO DE SINOP
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS

ÉPOCAS DE DESSECAÇÃO NA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE
GRÃOS DE SOJA

Pedro Alexandre Schopf

Engenheiro Agrícola e Ambiental

2020

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
CÂMPUS UNIVERSITÁRIO DE SINOP
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS

ÉPOCAS DE DESSECAÇÃO NA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE
GRÃOS DE SOJA

Pedro Alexandre Schopf

Orientador: Prof. Dr. Fernando Mendes Botelho

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia. Área de concentração: Agronomia.

Novembro de 2020

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

S373é Schopf, Pedro Alexandre.
ÉPOCAS DE DESSECAÇÃO NA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE
GRÃOS DE SOJA / Pedro Alexandre Schopf. -- 2020
ix, 44 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientador: Fernando Mendes Botelho.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto
de Ciências Agrárias e Ambientais, Programa de Pós-Graduação em
Agronomia, Sinop, 2020.
Inclui bibliografia.

1. Glycine max (L.) Merrill. 2. Propriedades físicas. 3. Maturação
fisiológica. 4. Pós-colheita. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a)
autor(a).

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "Épocas de dessecação na qualidade pós-colheita de grãos de soja"

AUTOR (A): MESTRANDO (A) PEDRO ALEXANDRE SCHOPF

Dissertação defendida e aprovada em 07/12/2020.

COMPOSIÇÃO DA BANCA EXAMINADORA

1. Doutor(a) Fernando Mendes Botelho (Presidente Banca / Orientador)

INSTITUIÇÃO: UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

2. Doutor(a) Sílvia de Carvalho Campos Botelho (Examinador Interno)

INSTITUIÇÃO: EMBRAPA AGROSILVIPASTORIL

3. Doutor(a) Edison Ulisses Ramos Junior (Examinador Externo)

INSTITUIÇÃO: EMBRAPA AGROSILVIPASTORIL

4. Doutor(a) Fabiana Abreu de Rezende (Examinador Suplente)

INSTITUIÇÃO: EMBRAPA AGROSILVIPASTORIL

SINOP, 07/12/2020.



Documento assinado eletronicamente por Sílvia de Carvalho Campos Botelho, Usuário Externo, em 09/12/2020, às 10:06, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por Edison Ulisses Ramos Junior, Usuário Externo, em 11/12/2020, às 08:02, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).

Documento assinado eletronicamente por FERNANDO MENDES BOTELHO, Docente da Universidade Federal de Mato Grosso, em 17/12/2020, às 08:36, conforme horário oficial de Brasília, com

https://sei.ufmt.br/sei/controlador.php?acao=documento_imprimir_web&acao_origem=arvore_visualizar&id_documento=14119034&infra_sistema=100... 1/2

18/12/2020

SEI/UFMT - 3086714 - MESTRADO - Folha de Aprovação



fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufmt.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador 3086714 e o código CRC 093A7117.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Pedro Alexandre Schopf, nascido em São Miguel do Oeste no estado de Santa Catarina, no dia 17 de junho de 1993, é filho de Elvadir Schopf e Martha Bernaderte Schopf, é Engenheiro Agrícola e Ambiental formado pela Universidade Federal de Mato Grosso em 2018. Foi estagiário na empresa Fiagril no ano de 2017, atuando na solução de problemas administrativos de fazendas do norte de Mato Grosso. Em março de 2019, ingressou no Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Federal de Mato Grosso Campus de Sinop.

Epígrafe

“A maneira de se fazer bem toda nossa ação é fazê-la na presença de Deus”

Dom Bosco

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus, pelo dom da vida e sempre guiar meus passos nessa jornada.

Ao Prof. Fernando Mendes Botelho que me orientou, ajudou-me em todas as situações, e sempre me estimulou a buscar mais conhecimento.

Aos meus pais, que sempre me apoiaram, incentivaram e motivaram durante os momentos difíceis da minha vida.

À Teane, minha namorada pelo companheirismo, sempre me incentivando e apoiando nos momentos difíceis, além de ter contribuído em diversas etapas do trabalho, inclusive nas análises laboratoriais, sendo parte essencial para a conclusão desta importante etapa da minha vida.

À Embrapa, pela parceria no projeto, e pelo auxílio nas análises, muitas delas, realizada sem suas dependências.

A equipe do laboratório de Pós-Colheita, da Universidade Federal de Mato Grosso, que contribuíram para a realização deste trabalho.

Ao Dr. Edison Ulisses Ramos Junior e a Dra. Silvia de Carvalho Campos Botelho, pela colaboração e auxílio nos trabalhos, sendo essenciais para realização desse projeto.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Mato Grosso, que sempre me auxiliaram durante todo o período de mestrado.

Muito Obrigado!

SUMÁRIO

Página

RESUMO	vi
ABSTRACT	vii
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
CAPÍTULO 1 - Considerações gerais	1
1. Introdução	1
2. Revisão de Literatura	4
2.1. Ciclo fenológico da soja	4
2.2. Maturação fisiológica	7
2.3. Qualidade Fisiológica	9
2.4. Herbicidas Dessecantes	11
2.5. Dessecação na pré-colheita	12
2. Referências Bibliográficas	16
CAPÍTULO 2 – QUALIDADE DE GRÃOS DE SOJA DESSECADA EM DIFERENTES ESTÁDIOS FENOLÓGICOS	22
RESUMO	22
ABSTRACT	23
1. Introdução	24
2. Material e métodos	25
2.1. Avaliação da qualidade física, química e fisiológica dos grãos de soja	26
2.1.1. – Qualidade fisiológica dos grãos	26
2.1.2. – Qualidade física dos grãos	27
2.1.3. – Composição química dos grãos	28
3. Resultados e discussão	30
3.1. Qualidade fisiológica dos grãos	30
3.2. Qualidade física dos grãos	35
3.3. Composição química dos grãos	38
4. Conclusão	40
5. Agradecimentos	41
6. Referência Bibliográfica	42

ÉPOCAS DE DESSECAÇÃO NA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE GRÃOS DE SOJA

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, assim, 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 (R7), o que pode acarretar perdas qualitativas nos grãos. Dessa forma, buscou-se avaliar a influência da aplicação de dessecante em diferentes estádios de maturação dos grãos de soja nas qualidades fisiológicas, físicas e químicas dos grãos. O experimento foi instalado na área experimental da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop (MT), na safra 2018/2019, com as cultivares BRS 7980 e M8372 IPRO, em um delineamento experimental em blocos casualizados, em esquema fatorial 2x6 (2 cultivares x 6 épocas de dessecação), com quatro repetições. Os tratos culturais foram realizados conforme o recomendado para a cultura, à exceção da dessecação. Para cada cultivar avaliada, a dessecação ocorreu em cinco estádios fenológicos (R5.5, R6, R7.1 R7.3, R8.1), utilizando-se o dessecante Diquate. Após a colheita mecanizada, os grãos foram secos, limpos e classificados. Em seguida, foram realizados testes de germinação, condutividade elétricas da solução com exsudados dos grãos, massa específica aparente, massa de mil grãos, cor (croma e hue) e composição centesimal (fibra bruta, extrato etéreo, proteína, cinzas, carboidratos e água). Observou-se que a condutividade elétrica da cultivar BRS 7980 apresentou menores valores nos estádios R6, R7.1 e R7.3, comparativamente aos demais e não diferiram entre os estádios avaliados para a cultivar M8372 IPRO. A taxa de germinação apresentou maiores valores nos estádios R6 e R7.1 para cultivar BRS 7980 e nos estádios R6, R7.1 e R7.3 para cultivar M8372 IPRO. As cultivares BRS 7980 e M8372 IPRO apresentaram redução gradativa da massa específica aparente e aumento gradual de massa de mil grãos à medida que se avançaram os estádios fenológicos. De modo geral, a cor não variou ou não mostrou tendência alguma à medida que se avançaram os estádios fenológicos para as duas cultivares. Para a cultivar BRS 7980 não houve diferença entre os estádios fenológicos para o teor de fibra bruta, proteína, cinzas, água e carboidratos. O teor de extrato etéreo foi menor no estádio R5.5, em relação aos demais avaliados. Quanto à cultivar M8372 IPRO, não houve variação dos teores de cinzas, água e carboidratos. O teor de extrato etéreo, assim como para a cultivar BRS 7980, foi menor no estádio 5.5, porém foi possível destacar o estádio com maior teor deste componente (estádio R8.1). O teor de proteínas mais elevado foi observado no estádio R6 em relação aos demais estádios.

Palavras-chave: *Glycine max* (L.) Merrill, propriedades físicas, maturação fisiológica, pós-colheita

DESICCATION TIMES IN THE POST-HARVEST QUALITY OF SOYBEANS

ABSTRACT – Desiccation of soybean crops has been used, in some situations, to homogenize maturation, as well as to accelerate the senescence of plants and the natural drying process of the grains, thus enabling mechanized harvesting with reduced losses due to unevenness or due to weather, also reducing the crop cycle. Due to the lack of knowledge or the imminence of unstable climatic periods, which make harvesting impossible, some producers carry out desiccation in stages earlier than recommended (R7), which can lead to qualitative losses in the grains. Thus, it was evaluated the influence of desiccant's application at different stages of maturation of soybeans on the physiological, physical and chemical qualities of the beans. Experiment area was installed in Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop (MT), in 2018/2019 crop, with the cultivars BRS 7980 and M8372 IPRO, in a randomized block design, with four replications. Cultural treatments were carried out as recommended for the culture, but desiccation. For each cultivar evaluated, desiccation occurred in five phenological stages (R5.5, R6, R7.1 R7.3, R8.1), using the desiccant (Paraquat). After mechanized harvesting, beans were dried, cleaned and classified. Then, tests of germination rate, electrical conductivity, apparent specific mass, mass of a thousand grains and components of centesimal composition (crude fiber, ether extract, protein, ash and water) were accomplished. Carbohydrate content was determined by the difference between the grain mass and the sum of the analyzed components. The electrical conductivity to cultivate BRS 7980 showed lower values in stages R6, R7.1 and R7.3, compared to the others. As for the cultivar M8372 IPRO, its results did not differ statistically. Germination rate showed higher values in stages R6 and R7.1 to cultivate BRS 7980 and in stages R6, R7.1 and R7.3 to cultivate M8372 IPRO. For cultivars BRS 7980 and M8372 IPRO, there were a gradual reduction in bulk density and a gradual increase in mass of one thousand grains as the phenological stages advanced. Generally, color only varied in intensity (Cr) for the cultivar BRS 7980 in stages R7.1, R7.3 and R9. For the cultivar BRS 7980, there was no difference between the phenological stages for the content of crude fiber, protein, ash, water and carbohydrates. Ether extract content was lower in the R5.5 stage, in relation to the others evaluated. M8372 IPRO cultivar did not show variation for the contents: ash, water and carbohydrates. Ether extract content, as for the cultivar BRS 7980, was lower at stage 5.5, but it was possible to highlight the stage with the highest content of this component: R8.1. However, the highest protein content was observed at the R6 stage in relation to the other stages.

Keywords: *Glycine max*, physical properties, maturation, post harvest

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2	Página
Tabela 1. Caracterização quantitativa de grãos de soja das cultivares BRS 7980 e M8372 IPRO, provenientes de plantas dessecadas em diferentes estádios fenológicos.....	33
Tabela 2. Valores médios de condutividade elétrica (CE) e taxa de germinação (G) de grãos de soja provenientes de plantas dessecadas em diferentes estádios fenológicos, das cultivares BRS 7980 e M8373 IPRO.....	34
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.....	37
Tabela 4. Valores médios das coordenadas croma (Cr) e hue (°h) de grãos de soja, provenientes de plantas dessecadas em diferentes estádios fenológicos, das cultivares BRS 7980 e M8372 IPRO.....	39
Tabela 5. Valores médios de porcentagem da composição centesimal de grãos de soja, provenientes de plantas dessecadas em diferentes estádios fenológicos, das cultivares BRS 7980 e M8372 IPRO.....	40

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1	Página
Figura 1. Esquema do ciclo de formação e desenvolvimento de uma semente angiosperma. (Fonte: Moutinho, 2020).....	8
CAPÍTULO 2	
Representação esquemática do sistema de coordenadas de CIE2000 para avaliação de cor. (Fonte: Ferreira, 2017).....	30
Figura 3. Temperatura média e umidade relativa do ar no período compreendido entre a dessecação e a colheita das cultivares BRS 7980 e M8372 IPRO.....	32
Figura 4. Precipitação diária no período compreendido entre a dessecação e a colheita das cultivares BRS 7980 e M8372 IPRO.....	32

CAPÍTULO 1 - Considerações gerais

1. Introdução

A soja, *Glycine max* (L.) Merrill é considerada uma das mais importantes culturas agrícolas em todo o mundo, sendo o Brasil o maior produtor dessa oleaginosa e detentor de vasto conhecimento tecnológico acerca do cultivo dessa espécie. De acordo com dados da CONAB (2020), na safra 2019/2020 foram produzidas cerca de 120,9 milhões de toneladas de grãos de soja no país, em uma área aproximada de 36 milhões de hectares. O principal estado produtor é o Mato Grosso, com produção em torno de 34,46 milhões de toneladas, cultivadas em uma área de aproximadamente 9,9 milhões de hectares.

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 fevereiro, para que seja possível semear a segunda safra do ano. Todavia, Pinto et al. (2017), argumenta 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, tornando-se fator de perdas na produção.

É considerado, como ponto de colheita ideal de sementes de soja, quando a mesma atinge a sua maturidade fisiológica, sendo este o fim da fase reprodutiva, ou seja, quando o grão apresenta máximo poder germinativo, vigor e massa de matéria seca. Neste ponto, porém, o teor de água das sementes ou grãos encontra-se entre 30 a 65%, o que inviabiliza a colheita mecanizada (Sediyama, 2009).

Entende-se como fase reprodutiva, o período compreendido desde o florescimento, desenvolvimento dos legumes, enchimento de grãos e a maturação, sendo a mesma representada pela letra R. Essa fase apresenta oito divisões, sendo estas divididas em quatro partes: R1 e R2 descrevem o florescimento; R3 e R4 o desenvolvimento da vagem; R5 e R6 o desenvolvimento da semente e, R7 e R8 a maturação da planta (Mundstock e Thomas, 2005; Farias et al., 2007). Ritchie et al., 1982, adaptado por Yorinori, 1986, subdividiu as fases reprodutivas para melhor precisão de diagnóstico, sendo: R5.1 até 10% da granação máxima na maioria das vagens localizadas no terço superior da haste principal; R5.2 maioria das vagens no terço superior da haste principal entre 10 e 25% da granação máxima; R5.3 maioria das vagens no terço superior da haste principal com 25 a 50% da granação máxima; R5.4 maioria das vagens no terço superior da haste principal entre 50 e 75% da granação máxima; R5.5 maioria das vagens no terço superior da haste principal com 75 a 100% da granação máxima; R6 100% de granação. Maioria das vagens no terço superior contendo sementes verdes em seu volume máximo; R7.1 até 50% de folhas e vagens amarelas; R7.2 entre 50 e 75% de folhas e vagens amarelas; R7.3 acima de 75% de folhas e vagens amarelas; R8.1 até 50% de desfolha; R8.2 acima de 50% de desfolha e, R9 95% de vagens com a cor da vagem madura.

A recomendação geral é que a soja já esteja apta para ser colhida no estágio R7 (França-neto et al. 2016) o que, mecanicamente, forma mais utilizada para a 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) ressalta 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) enfatiza 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, conseqüentemente, a colheita, constitui uma operação usual entre os produtores de soja que visam, não a qualidade fisiológica da semente, mas sim a conservação da qualidade do grão, 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. (2003b) enfatiza 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 e, ainda, grãos com maior qualidade física, fisiológica e sanitária.

Diante disso, objetivou-se, com o presente trabalho, avaliar épocas de antecipação da aplicação de dessecante, nos estádios finais de maturação, na qualidade de grãos de soja produzidos na região médio norte de Mato Grosso.

2. Revisão de Literatura

2.1. Ciclo fenológico da soja

O ajuste entre a fenologia de uma cultura e o meio ambiente é um dos principais aspectos que determinam a adaptação das lavouras às diferentes áreas de produção, condicionando os rendimentos alcançados em cada um deles. Assim, no cultivo de soja, muito do sucesso de sua difusão inicial no Brasil e no mundo, foi apoiado por uma correta avaliação das necessidades da cultura para cumprir seu ciclo, em conjunto com a caracterização agroclimatológica das diferentes regiões (Kantolic, 2008).

Em meados da década de 1940, para melhorar a adaptação da soja nos Estados Unidos da América, foi proposta uma classificação de cultivares em grupos de maturidade, o que sugeriu uma distribuição latitudinal destes de acordo com a duração do ciclo em cada região; esta classificação, que atualmente inclui 13 grupos de maturidade, foi posteriormente adaptada e adotada em diferentes países do mundo (Remussi e Pascale, 1977; Wang et al., 2006), inclusive no Brasil (Kaster et al., 2012).

Ainda hoje, as cultivares continuam a ser separadas por região, em virtude da latitude, altitude e condições edafoclimáticas, com base em seu grupo de maturidade fisiológica (Baigorri e Martini, 2007). Isso ocorre porque se a floração adiantar, o crescimento da planta pode ser insuficiente para atingir o rendimento adequado; no outro extremo, uma floração tardia demais pode resultar num ambiente explorado no final do ciclo e desfavorável para o crescimento e maturação das sementes. Esses dois extremos definem a estação de crescimento e a duração máxima do ciclo.

Segundo Fehr e Caviness (1977), o ciclo da cultura da soja é descrito de acordo com o número de nós da haste principal (estágios V) ou a presença ou tamanho dos órgãos reprodutivos nos nós superiores do tronco (estados R). Após a emergência (VE), os cotilédones se abrem e as folhas se desdobram unifoliadas (VC) e, posteriormente, as folhas trifoliadas aparecem a uma taxa que depende

principalmente de temperatura (Sinclair, 1984a; Setiyono et al., 2007), definindo os estádios sucessivos V (V1, V2, Vn).

A primeira manifestação externa do estado reprodutivo é a abertura da primeira flor (R1) em posição basal de um racemo axilar, localizado em uma posição intermediária da haste principal. O florescimento dos racemos primários do caule progride, a uma taxa de aproximadamente 1 a 3 dias entre o florescimento dos nós adjacentes e, subsequentemente, começa a abertura de grupos secundários ou terciários (Sorlino et al., 1995; Saitoh et al., 2004). Quando as flores se abrem em um dos dois nós superiores do caule, o estado de plena floração (R2) é definido. A floração nos ramos começa em ou logo após R1 e progride da base ao ápice de cada ramo.

Os estádios após R2 consideram a presença e o tamanho dos frutos e grãos em qualquer um dos quatro nós superiores: uma vagem de 5 mm (R3) ou 2 cm (R4), uma semente de 3 mm (R5) ou capacidade total a bainha (R6). Durante essas fases, em diferentes posições do feixe ou em diferentes nós, podem coexistir órgãos com diferentes estágios de desenvolvimento (flores, frutos e sementes) de tal forma que a fase de floração (definido como o tempo entre R1 e a abertura da última flor) se sobrepõe à fase de frutificação (quando novos frutos são formados). O período de enchimento de grãos ao nível de cultivo comercial começa alguns dias antes de R5 e dependendo das condições ambientais e do genótipo, flores ainda podem estar presentes. Mesmo em condições de boa disponibilidade de recursos, grande parte das flores e vagens formados não prosperam, com uma alta taxa de mortalidade de órgãos reprodutivos entre a floração e meados do enchimento de grãos (Egli, 2005). As sementes continuam a crescer até atingir a maturidade fisiológica, perdem a cor verde e as plantas começam a amadurecer. No estado R7 e R8 dá-se o início da maturidade (uma vagem com cor típica de maturidade), onde, quase todas as sementes atingiram a maturidade fisiológica; a maturidade cheia (R9) é considerado quando 95% das vagens atingem a cor típica na maturidade (Ritchie et al.1982).

Um aspecto importante do ciclo da soja é que o período de aparecimento das folhas se sobrepõe parcialmente com as fases de floração e frutificação. O grau de sobreposição entre as fases vegetativa e reprodutiva está parcialmente

associado ao hábito de crescimento ou tipo de terminação do caule (Bernard, 1972). Em certos tipos ou hábitos, muito poucos nos aparecem após R1 na haste principal, em que o ápice forma um importante cacho de flores terminais. O hábito indeterminado é caracterizado pelo crescimento contínuo do caule principal durante grande parte do período reprodutivo e não apresentando racemo apical importante; nestes genótipos, até mais de dois terços dos nós do caule principal podem aparecer mais tarde no R1 (Heatherly e Smith, 2004), cessando o aparecimento de folhas em torno do estado R5 (Sinclair, 1984b; Bastidas et al., 2008).

A magnitude da sobreposição entre as fases e as diferenças entre hábitos no crescimento também depende das condições ambientais. Fotoperíodos curtos e a ocorrência de condições ambientais adversas reduzem o número de nós que aparecem na haste principal em cultivares indeterminados, como crescimento e número de nós e ramos (Kantolic et al., 1995; Frederick et al., 2001). Outra característica marcante do ciclo da cultura da soja é que há uma sincronia marcada no desenvolvimento, dentro e entre os diferentes nós. O aparecimento contínuo de nós na haste principal da soja, resulta no atraso no tempo em que a floração é alcançada nos nós superiores, gerando uma grande diferença no estado de desenvolvimento apresentado pelos diferentes nós da planta em um determinado momento do ciclo (Munier-Jolain et al., 1994; Kantolic, 2005).

Em plantas determinadas, a maior parte dos principais nós estão nas posições do caule, onde os ramos basais começam a florescer quase que simultaneamente, mas a floração dentro de um nó é mais longa do que em plantas indeterminadas; isso é uma consequência do maior número de flores que se formam nos cachos das plantas determinadas e da maior contribuição de flores de ramos e aglomerados de segunda e terceira ordem (Bernard, 1972; Sinclair et al., 2005).

De modo geral, entre todas as plantas de soja, as fases de floração e frutificação são geralmente mais longas em plantas com hábito indeterminado (Foley et al., 1986; Egli e Bruening, 2006). Sob condições normais no campo, a sincronia tende a diminuir conforme a planta se aproxima da maturidade (Kantolic, 2005). As sementes que se desenvolvem das flores que se abrem mais tarde tendem ter um período de crescimento mais curto e atingir a maturidade apenas alguns dias depois que os primeiros frutos perderam sua cor verde (Egli et al., 1987; Farias et al. 2007).

2.2. Maturação fisiológica

A formação e desenvolvimento de uma semente nas angiospermas (grupo de plantas com flores diferenciadas) começa, necessariamente, a partir da união dos gametas masculino e feminino no ato da fecundação. De forma bem simplista, quando os micrósporos ou grãos de pólen se desprendem do estame e chegam ao estigma (processo conhecido por polinização) ali se aderem e sofrem uma diferenciação na sua forma para dar origem ao tubo polínico. O tubo polínico é uma estrutura tubular que conecta o estigma ao ovário e que permite às células espermáticas presentes no grão de pólen chegar ao óvulo e possibilitar assim sua fecundação. Cada micrósporo transporta pelo menos dois gametófitos masculinos e num processo que é característico das angiospermas, a fecundação se dá em dois eventos principais conhecido como dupla fecundação. Um gametófito masculino fecunda a oosfera, formando o embrião ($2n$) da semente. Outra célula espermática funde-se aos núcleos polares formando o endosperma ($3n$) (Popinigis, 1985; Carvalho e Nakagawa, 2000). Isso ocorre por que o óvulo (ou saco embrionário) das angiospermas é composta por oito núcleos e sete células: três antípodas, duas sinérgidas, uma oosfera e uma célula central com os dois núcleos (Figura 1).

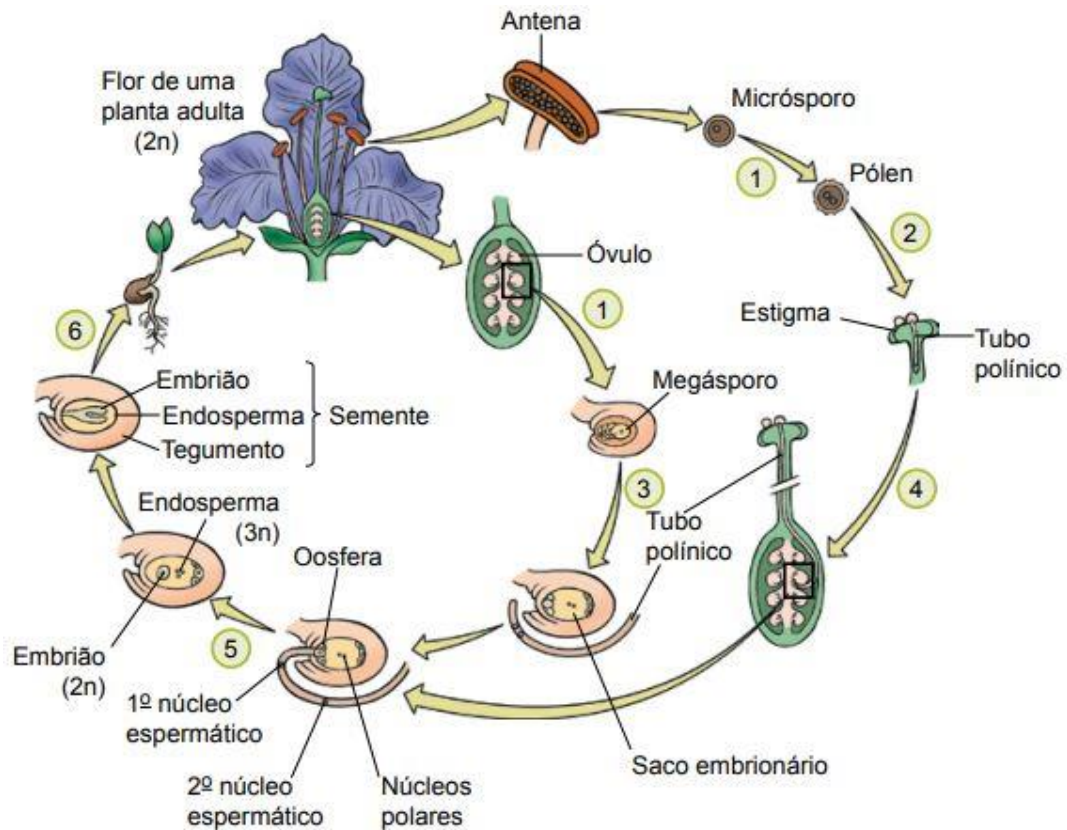


Figura 1. Esquema do ciclo de formação e desenvolvimento de uma semente angiosperma. (Fonte: Moutinho, 2020)

A partir da fecundação há uma evolução do óvulo, que passa por modificações químicas, físicas e biológicas. Como resultado dessas modificações, para dar origem a uma semente madura, há o aumento de tamanho, de massa seca, do poder germinativo e do vigor. Isto acontece em função do acúmulo de fotoassimilados onde são transformados em novas células e tecidos, incluindo tecidos de reservas na semente (Carvalho e Nakagawa, 2000).

O acúmulo de massa seca após a fecundação se dá de forma lenta, pois prevalece o processo de divisão celular. Em seguida, se observa acúmulo de modo contínuo e rápido de massa seca até atingir o seu máximo, sendo também o período de maior teor de água na semente. Isto acontece porque a água é responsável pelo transporte de fotoassimilados até a semente (Delouche, 1973). Neste instante a semente é considerada fisiologicamente madura, ou seja, alcançou a maturação fisiológica, sendo considerado o momento em que a planta para de enviar fotoassimilados à semente. Neste momento a semente apresenta o máximo de

acúmulo de massa seca, vigor e germinação (Fehr e Caviness, 1977). A partir da maturação, a semente se desliga fisiologicamente da planta e passa por uma rápida redução do seu teor de água até o ponto em que esta começa a oscilar com a umidade relativa do ambiente. Este mecanismo atua como uma estratégia de sobrevivência da semente, visto que elas diminuem sua atividade metabólica à medida que perdem água, evitando que ocorra a germinação ainda na planta (Lacerda et al., 2003a).

Há um consenso geral de que a qualidade da semente decresce a partir da maturidade fisiológica, conforme sua exposição às condições climáticas, sobretudo em função da temperatura e da umidade relativa do ambiente, até o instante de ser colhida (Garcia et al., 2004).

A colheita ideal deveria ser realizada quando a semente atingisse o ponto de maturação fisiológica. Contudo, nesse ponto, a semente da maioria das espécies possui ainda elevado teor de água, provocando diversos entraves e dificuldades para a colheita mecanizada e seu pré-processamento. Colher a semente anteriormente à maturação pode comprometer a produtividade e a qualidade dos grãos. Por outro lado, quanto mais tempo essa semente fica em campo exposta as intempéries maiores serão as perdas de qualidades físicas, fisiológicas e químicas (Garcia et al., 2004; Marcandalli et al., 2011).

2.3. Qualidade Fisiológica

Por via de regra, a qualidade de sementes ou grãos, como a soja, é afetada por inúmeros fatores que podem acontecer no campo antes e durante a colheita e em todas as demais etapas do pré processamento (limpeza, secagem e o beneficiamento), do armazenamento, do transporte e da semeadura. Dentre os fatores abióticos que afetam a qualidade dos grãos e sementes, a temperatura e o teor de água presente são os mais relevantes. Esses dois fatores, atuando separados ou em conjunto, é que regulam a atividade metabólica da microbiota (fungos, embrião, insetos, dentre outros) presente numa massa de grãos. Mantendo-se baixo o teor de água e a temperatura das sementes, o ataque de microrganismos e a respiração terão seus efeitos reduzidos.

A redução na qualidade fisiológica é, em geral, traduzida pelo decréscimo na porcentagem de germinação, aumento da quantidade de plântulas anormais e redução no vigor das plântulas (Toledo et al., 2009).

A semente de soja é higroscópica e interage com o ambiente que a envolve adsorvendo ou dessorvendo água, e, conseqüentemente tendo seu teor de água vinculado às alterações do meio (França-Neto e Henning, 1987). Os danos provocados pelas expansões e contrações do tegumento que ocorrem geralmente no campo, após uma série de ciclos de reumedecimento e secagem, enfatizam a sua vulnerabilidade, reduzindo a proteção à semente e gerando danos ao seu desempenho (Marcos Filho, 2005).

Deste modo, todos os mecanismos que impedem a penetração de água e patógenos nas sementes podem ser favoráveis à sua qualidade. A redução do poder germinativo e vigor é a manifestação mais extrema da deterioração da semente (Maciel et al., 2005).

Segundo Giurizatto et al. (2003), o retardamento de colheita aumenta a porcentagem de embebição de água pelas sementes e reduz a porcentagem de germinação e vigor dessas. Além disso, associa a redução de qualidade fisiológica à infecção por patogênicos, indicando que a ocorrência de períodos chuvosos durante a colheita ser um dos principais fatores que contribui para a deterioração desse produto.

Ahrens e Peske (1994), em experimento conduzido no município de Capão do Leão, RS, constataram uma queda de mais de 1% no vigor das sementes de soja, cultivar Bragg, para cada dia de atraso na colheita. A deterioração, por ter um alto teor de água, pode provocar um maior índice de danos mecânicos na colheita, visto que, sementes deterioradas são excessivamente vulneráveis aos impactos mecânicos (França-Neto et al., 2007).

Sementes com alto teor de água são suscetíveis à danos mecânicos e de lesões de percevejos, podendo acelerar a deterioração, causando de maneira irreversível os problemas de baixa qualidade fisiológica em sementes, e, quando esses fatores atuam simultaneamente provocam metodicamente o comportamento fisiológico das sementes (Costa et al., 2005; França-Neto et al., 2007).

2.4. Herbicidas Dessecantes

Os herbicidas empregados como dessecantes, geralmente, não são seletivos às culturas, não apresentam efeito residual e objetivam, sobretudo, a dessecação das culturas ou o manejo das plantas invasoras ou de outras espécies vegetais, como as utilizadas em cobertura para próxima cultura, e para antecipar a colheita (Ferreira et al., 2007).

A ação biológica de um herbicida sobre uma planta sucede-se por meio de absorção, translocação, metabolismo e a suscetibilidade da planta pelo herbicida e, ou, a seus metabólitos. A fim de que o herbicida exerça a sua ação, há a necessidade de que ele adentre a planta, se movimente internamente e alcance a organela onde irá operar. Um mesmo herbicida pode induzir diversos processos metabólicos na planta, contudo, a primeira lesão biofísica ou bioquímica que ele causa na planta é definida como seu mecanismo de ação. A sucessão de todas as reações até a ação final do produto na planta define o seu modo de ação (Ferreira et al., 2005).

Quanto a forma como atua na planta, o herbicida pode ser considerado como de contato, exercendo efeito apenas onde entra em contato com a planta, ou sistêmico, quando é absorvido e translocado pela planta através do floema ou xilema aos sítios ativos de ação). Os herbicidas de contato operam próximos à área de contato com a planta em virtude da falta de mobilidade ou à mobilidade excessivamente baixa dentro da planta. Já herbicidas sistêmicos, após serem absorvidos, apresentam capacidade de translocação através da planta, até atingir seu local de ação, agindo próximo ou distante do local em que entrou em contato com a planta. (Ferreira et al., 2007).

Segundo Oliveira e Inoue (2001), a seletividade de um herbicida à cultura está associada a uma série de motivos, como características dos produtos, das plantas e métodos de aplicação, sendo definida pela tolerância diferenciada que as plantas apresentam à ação do composto, à existência de barreiras maiores ou menores a sua entrada no sistema, diferenças no tempo e intensidade de exposição de partes da planta ao princípio ativo, assim como diferenciação na metabolização do produto.

Segundo Vargas e Roman (2006), os principais herbicidas utilizados na dessecação de pré-colheita da soja são:

Amônio-glufosinato: Herbicida pertencente ao grupo químico derivado de aminoácidos. O mecanismo de ação ocorre por meio da inibição da enzima glutamina sintetase (GS) na rota de assimilação do nitrogênio. Com a inibição da GS ocorre acúmulo de amônia e as células acabam morrendo.

Diquat e Paraquat: Pertencem ao grupo químico bipyridílio. O mecanismo de ação é através da captura de elétrons provenientes da fotossíntese e respiração, formando radicais livres, que resultam na formação de radicais hidroxil e oxigênio livre (singlete), os quais promovem a peroxidação dos lipídeos das membranas celulares, ocasionando vazamento do suco celular e morte do tecido.

Glifosato: Herbicida pertencente ao grupo químico derivado da glicina. O mecanismo de ação ocorre através da inibição da enzima EPSPS na rota de síntese dos aminoácidos aromáticos fenilalanina, tirosina e triptofano, precursores de produtos como lignina, flavonoides e ácido benzóicos. Apesar de sua utilização ser eficaz, este tipo de herbicida não é autorizado pelas agências fiscalizadoras, para posterior consumo humano ou animal.

2.5. Dessecação pré-colheita da soja

O atraso da colheita, muitas vezes relacionado à variação da umidade relativa do ar, ocasiona diversos prejuízos aos grãos, como o aumento das porcentagens de rachadura e enrugamento do tegumento, aumentando o processo de deterioração em virtude de maior facilidade de penetração de patógenos e maior exposição do tecido embrionário ao ambiente.

Uma alternativa, por vezes adotada por produtores de soja para minimizar as perdas por decréscimo da qualidade dos grãos no campo é a aplicação de herbicidas desseccantes. A aplicação desses herbicidas é realizada quando a maioria dos grãos estão maduros, e tem como objetivo proporcionar a secagem (senescência) mais rápida das plantas e o aumento da uniformidade de maturação. Essa prática possibilita planejar a colheita de forma mais sistematizada, bem como em períodos em que a previsão climática indica menores índices pluviométricos.

Nestes casos, mesmo que haja perdas na produtividade, esta poderá ser compensada pela obtenção de menores teores de impurezas e grãos de melhor qualidade, além do menor custo de secagem (Caseiro et al., 1997).

A aplicação de dessecantes na cultura da soja é recomendada quando esta atinge o estágio R7, ou seja, quando a planta apresenta 80% de vagens amareladas e 20% de secas, com folhas amareladas (Bastidas et al., 1971), ou quando as vagens estão amarelando e 50% das folhas já estão amarelas (Fehr et al., 1977), ou ainda, quando os ramos e vagens estão marrons e as folhas caídas (Hammerton, 1972).

A dessecação pode propiciar maior homogeneidade de maturação da cultura, além de adiantar a colheita em alguns dias, alcançando assim, grãos de melhor qualidade fisiológica e sanitária (Lacerda et al., 2005).

De acordo com Marcos Filho (2005) a aplicação dessa prática tem como vantagens adicionais a oportunidade de planejamento da colheita, maior eficiência das colhedoras, favorece o controle de plantas daninhas que afetam a colheita e reduz os danos provenientes de pragas e fungos que sejam capazes de atacar a cultura no final do ciclo. Além disso, com o acréscimo do número de cultivos nas áreas agrícolas desejando maior produção por área, o período entre a semeadura e a colheita está se tornando cada vez mais curto e, por ter a soja uma maturidade fisiológica desuniforme, o uso de herbicidas dessecantes para antecipação da colheita tem aumentado continuamente.

Ao avaliar o efeito da dessecação em pré-colheita no desempenho fisiológico de sementes de soja com os herbicidas diquat e paraquat, Kappes et al. (2009) concluíram que apesar de ter antecipado a colheita em apenas dois dias em relação à testemunha, a época mais favorável à dessecação, para os dois dessecantes, foi o estágio R7.3.

De acordo com Toledo et al. (2012), estudando a dessecação das plantas de soja em pré-colheita, empregando o uso do glifosato, observaram que houve a redução da germinação das sementes e do desenvolvimento inicial das plântulas, quando utilizado. Estes autores também concluíram que o atraso na colheita reduziu a germinação das sementes proveniente de plantas de soja dessecadas com

glifosato em pré-colheita, mas reduziu os efeitos fitotóxicos no desenvolvimento das plântulas.

Bezerra et al. (2014), constatou que mesmo havendo a redução na massa das sementes após a dessecação, ela não foi significativa e não afetou sua qualidade fisiológica. Já Marcandalli et al. (2011), relataram que as sementes obtidas com a aplicação de desseccantes no estágio R6.0 são de qualidade fisiológica inferior às obtidas com aplicações nos estádios R7.0.

Segundo Zorato e Watanabe (2006) e França-Neto et al. (2005), a aplicação de desseccantes antes do estágio ideal, também pode resultar em sementes imaturas conhecidas como esverdeadas. Percentuais de sementes verdes superiores a 10%, frequentemente poderão trazer problemas na qualidade fisiológica do lote, em função dos elevados índices de deterioração pela umidade elevada, que na maior parte dos casos resultará em redução do vigor, da viabilidade e da germinação (Costa et al., 2001; Pádua, 2007; França-Neto et al., 2007; Zorato et al., 2007).

Araújo et al. (2018), estudando a influência dos períodos de dessecação da soja na germinação e componentes de rendimento, observou que a dessecação na pré-colheita no estágio R7.2 não possibilitou perda de rendimento e massa de mil grãos comparada ao controle (R9). Porém, a dessecação teve efeito negativo na germinação, sendo inviável para a comercialização, apresentando perdas significativas na qualidade fisiológica quando dessecado em estádios antecipados ao estágio R7.2.

Botelho et al. (2016) avaliando o efeito da aplicação de desseccantes em diferentes épocas sobre a qualidade fisiológica de sementes, constatou que o uso de herbicidas desseccantes foi prejudicial à qualidade fisiológica de sementes de soja armazenada durante o período de seis meses.

Para Pereira et al. (2015), a dessecação pode ser uma alternativa viável para a colheita de soja, porém é dependente de alguns fatores como cultivar, época de dessecação, do princípio ativo do desseccante e da ausência de chuvas na pré-colheita.

O resultado positivo da utilização de um desseccante como o paraquat na preservação da qualidade fisiológica de sementes de soja foi observado por Guimarães et al. (2012). Os resultados alcançados por esses autores comprovaram

que o vigor da semente de soja resultante da dessecação com paraquat nos estágios R6 e R7.2 foi superior ao controle. Contudo, alguns autores conseguiram resultados contrários, onde o uso de herbicidas na pré-colheita da soja induziu negativamente na qualidade das sementes, como é o caso do experimento realizado por Bulow & Cruz-Silva (2012), que notaram que as sementes oriundas da aplicação de o dessecante de paraquat no estágio R7.0 apresentou vigor (primeira contagem de germinação), menor que o controle, com redução de 37%. Essa diferença entre os resultados para vigor e germinação pode estar relacionada ao tempo de aplicação do dessecante, a cultivar analisada e ao ambiente de cultivo.

Pinto et al. (2017), analisando a qualidade de soja em diferentes épocas de colheita, relatou que o retardamento na colheita aumentou o percentual de grãos com danificações no tegumento (devido à secagem e reumedecimento contínuo e ao tempo mais prolongado no campo) e à aumento na quantidade de grãos manchados e escurecidos. Observaram também que os grãos colhidos na área que não receberam a aplicação do herbicida dessecante apresentaram perda de qualidade menos acentuada ao longo do tempo. Esses autores destacam ainda que aplicar o herbicida dessecante de forma parcial, conforme a capacidade de colheita da propriedade, pode reduzir a deterioração dos grãos no campo e manter sua qualidade por um período mais prolongado, principalmente nos anos de ocorrência de elevados índices pluviométricos na época da colheita.

A aplicação de dessecantes para antecipar a colheita de grãos vem sendo observada em diversas culturas. Contudo, para que exista a antecipação da colheita, homogeneidade de maturação e se obtenham grãos de soja de ótima qualidade deve-se estar atento ao modo de ação do herbicida, às condições ambientais em que esse é aplicado e ao estágio fenológico em que a cultura se encontra (Lacerda et al., 2003b). De modo geral, a utilização de dessecantes que não prejudiquem o rendimento, a germinação e o vigor das sementes representa uma prática promissora para a qualidade final da produção (Lacerda et al., 2005a; Santos et al., 2005).

2. Referências Bibliográficas

- AHRENS, D. C.; PESKE, S. T. Flutuações de umidade e qualidade de semente de soja após a maturação fisiológica. II. Avaliação da qualidade fisiológica. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 16, n. 2, p. 111-115, 1994.
- ARAÚJO, D. L.; LAZZARI, M. P.; DUTRA, R.; LAJÚS, C. R.; KLEIN, C.; CERICATO, A.; SORDI, A.; JUNGES, M. Influência dos períodos de dessecação da soja na germinação e componentes de rendimento. **Revista Brasileira Ciências Agrárias**, Recife, v.13, n.4, e5584, 2018
- BAIGORRI, H.; E. MARTINI. El cultivo de la soja y la intensificación de la producción agropecuaria. **XV Congreso de AAPRESID**, Rosario, 2007. Disponível em <http://www.planetasoja.com>
- BASTIDAS, A.M.; T.D. SETIYONO; A. DOBERMANN; K.G. CASSMAN; R.W. ELMORE; G.L. GRAE. and J.E. SPECHT. Soybean sowing date: the vegetative, reproductive, and agronomic impacts. **Crop Science**. 48: 727-740, 2008.
- BASTIDA, G.; FRANCO, H.; CRUZ, R. de LA. Desfoliantes em soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Acta Agronômica**, Palmira, v. 21, n. 1, p. 51-58, 1971.
- BERNARD, R.L. Two genes affecting stem termination in soybeans. **Crop Science**. 12: 235-239, 1972.
- BEZERRA, A. R. G.; SEDIYAMA, T.; NOBRE, D. A. C.; FERREIRA, L. V.; SILVA, F. C. S.; SILVA, A. F.; ROSA, D. P. Efeito da dessecação com etefão na produção e qualidade da soja. **Revista de Ciências Agrárias**, V. 37(3): p. 312-319. 2014.
- BOTELHO, F. J. E.; OLIVEIRA, J. A.; PINHO, E. V. R. V.; CARVALHO, E. R.; FIGUEIREDO, I. B. D.; ANDRADE, V. Qualidade de sementes de soja obtidas de diferentes cultivares submetidas à dessecação com diferentes herbicidas e épocas de aplicação. **Revista Agro@ambiente**, Boa Vista, v. 10, n. 2, p. 137 - 144, 2016.
- 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**. Ijuí, Ed. Unijui. 176 p. 2005
- BULOW, R. L.; CRUZ-SILVA, C. T. A. Dessecantes prévio na colheita na qualidade fisiológica de sementes de soja. **J. Agronomy Science**, V. 1, n. 1, pág. 67-75, 2012.
- CARVALHO, N. M; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.
- CASEIRO, E. M. F. D.; CAMPELO JÚNIOR., J. H.; ALBUQUERQUE, M. C. F. Influência da época da colheita e do período de armazenamento na qualidade fisiológica das sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) de maturação precoce. **Agricultura Tropical**, Cuiabá, v. 3, n. 1, p. 48-60, 1997.

- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos. - SAFRA 2019/20 - Oitavo levantamento.** v.8, 2020. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>> Acesso em: 02 Jun. 2020.
- COSTA, N. P.; FRANÇA NETO, J. B.; MESQUITA, C. M.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A. Efeito da ocorrência de sementes verde sobre a qualidade fisiológica de sementes de quatro cultivares soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, PR, v. 23, n. 2, p. 102-107, 2001.
- COSTA, N. P.; MESQUITA, C. M.; MAURINA, A. C.; FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; OLIVEIRA, M. C. N.; HENNING, A. A. Perfil dos aspectos físicos, fisiológicos e químicos de sementes de soja produzidas em seis regiões do Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 27, n. 2, p. 172-181, 2005.
- DELOUCHE, J. C.; MATTHEWS, R. K.; DOGHERTY, G. M.; BOYD, A. A. Strage of seed in sub-tropical and tropical regions. **Seed Science and Technology**, USA, v. 1, p. 663-700, 1973.
- EGLI, D.B. Flowering, Pod Set and Reproductive Success in Soya Bean. **J. Agron. Crop Sci.** 191: 283-291. 2005.
- EGLI, D.B.; W.P. BRUENING. Temporal profiles of pod production and pod set in soybean. **Europe Agronomy Journal.** 24: 11-18. 2006.
- EGLI, D.B.; R.A. WIRALAGA; T. BUSTAMAM; YU ZHEN-WEN; D.M. TEKRONY. Time of flower opening and seed mass in soybean. **Agronomy Journal.**79: 697-700. 1987.
- FARIAS, J. R. B.; NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N. **Ecofisiologia da soja.** Londrina: Embrapa Soja. Circular Técnica, n. 48, p. 10, 2007.
- FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development.** Iowa Agricultural Experimental Station Special Report, USA, v. 80, p. 1-11, 1977.
- FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E.; VORST, J.J. Response of indeterminate and determinate soybean cultivares to defoliation and half-plant cut-off. **Crop Science**, v.17, p.913-17, 1977.
- FERREIRA, F.A.; SILVA, A.A.; FERREIRA, L.R. Mecanismos de ação de herbicidas. In: Congresso Brasileiro do Algodão, 5., 2005, Salvador. Algodão, uma fibra natural. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005.
- FERREIRA, A.C.B.; LAMAS, F.M.; PROCÓPIO, S. O. Sintomas de fitotoxidez de herbicidas no algodoeiro. Campina Grande: Embrapa Algodão. 2007.17p. (**Circular Técnica 109**).
- FOLEY, T.C.; J. H. ORF; J.W. LAMBERT. Performance of related determinate and indeterminate soybean lines. **Crop Science.** 26: 5-8. 1986.
- FRANÇA-NETO, J.B.; HENNING, A.A. **Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja.** Londrina: Embrapa Soja. 39p. 1987. (Circular Técnica, 9).

FRANÇA-NETO, J.B.; PÁDUA, G.P.; CARVALHO, M.L.M.; COSTA, O.; BRUMATTI, P.S.R.; KRZYZANOWSKI, F.C.; COSTA, N.P.; HENNING, A.A.; SANCHEZ, D.P. **Semente esverdeada de soja e sua qualidade fisiológica**. Londrina: Embrapa Soja. 8p. 2005. (Circular Técnica 38).

FRANÇA-NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; PÁDUA, G.P.; COSTA, N.P.; HENNING, A.A. **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade**: Série Sementes. Londrina: Embrapa Soja. 12p. 2007. (Circular Técnica 40).

FRANÇA-NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A.; PÁDUA, G. P.; LORINI, I.; HENNING, F. A. **Tecnologia para produção de sementes de soja de alta qualidade Série Sementes**. Londrina: Embrapa Soja, n. 380, 82 p. 2016.

FREDERICK, J. R.; C. R. CAMP; P. J. BAUER. Drought-Stress Effects on Branch and Mainstem Seed Yield and Yield Components of Determinate Soybean. **Crop Science**. 41: 759-763. 2001.

GARCIA, D. C.; BARROS, A. C. S. A.; PESKE, S. T.; MENEZES, N. L. A secagem de sementes. **Ciência Rural**, v. 34, n. 2, p. 603-608, 2004.
<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782004000200045>.

GIURIZATTO, M.I.K.; SOUZA L.C.F.; ROBAINA, A.D.; GONÇALVES, M.C. Efeito da época de colheita e da espessura do tegumento sobre a viabilidade e o vigor de sementes de soja. **Ciência Agrotecnológica**, Lavras. v. 27, n. 4, p. 771-779, 2003.

GUIMARÃES, V. F.; HOLLMANN, M. J.; FIOREZE, S. L.; ECHER, M. M.; RODRIGUES-COSTA, A. C. P.; ANDREOTTI, M. Produtividade e qualidade de sementes de soja em função de estádios de dessecação e herbicidas. **Planta Daninha**, v. 30, n. 4, pág. 567-573, 2012.

HAMMERTON, J.L. Effects of weed competition, defoliation and time of harvest on soybeans. **Experimental Agriculture**, v.8, p.333-38, 1972.

HEATHERLY L.G.; J.R. SMITH. Effect of soybean stem growth habit on height and node number after beginning bloom in the midsouthern USA. **Crop Science**. 44: 1855-1858. 2004.

KANTOLIC, A.G. Control ambiental y genético de la fenología del cultivo de soja: impactos sobre el rendimiento y la adaptación de genótipos. **Revista Facultad de agronomía**, 28(1): 63-88, 2008

KANTOLIC, A.G. and G.A. SLAFER. Reproductive development and yield components in indeterminate soybean as affected by post-flowering photoperiod. **Field Crops Research**. 93(2-3): 212-222, 2005.

KANTOLIC, A.G.; P.I. GIMÉNEZ; C. GUTIÉRREZ HACHARD y J. ARÁCHAGA. Tolerancia a la sequía durante el período reproductivo: comparación del comportamiento de dos isolíneas de soja con diferente tipo de crecimiento. **Actas II Reunión Nacional de Oleaginosas - Congreso Nacional de soja**. Pergamino, 24 al 27 de octubre de 1995, pp.143-150.

- KAPPES, C.; CARVALHO, M.A.C.; YAMASHITA, O.M. Potencial fisiológico de sementes de soja dessecadas com diquat e paraquat. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 10, n. 1, p. 1-6, 2009.
- KASTER, M.; FARIAS, J. R. B. **Regionalização dos testes de valor de cultivo e uso e da indicação de cultivares de soja – Terceira aproximação**. Londrina, Embrapa Soja. 69p. 2012.
- LACERDA, A. L.S.; LAZARINI, E.; SÁ, M. E.; VALÉRIO FILHO, W.V. Armazenamento de sementes de soja dessecadas e avaliação da qualidade fisiológica, bioquímica e sanitária. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 25, n. 2, p. 97-105, 2003a.
- 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**, Viçosa, v. 21, n. 3, p. 427-434, 2003b.
- LACERDA, A.L.S.; LAZARINI, E.; SÁ, M.E.; VALÉRIO FILHO, W.V. Efeitos da dessecação de plantas de soja no potencial fisiológico e sanitário das sementes. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 3, p. 447-457, 2005.
- MACIEL, C.D.G.; FERREIRA, M.A.M.; POLETINE, J.P.; MONDINI, M.L. Uso de adjuvantes na dessecação da cultura da soja: qualidade fisiológica de sementes. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, ano IV, n. 7, 2005.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.
- MARCANDALLI, L. H.; LAZARINI, E.; MALASPINA, I. G. Épocas de aplicação de dessecantes na cultura da soja: Qualidade fisiológica de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 2, p. 241-250, 2011.
- MOUTINHO, W. T. 2020. **Angiospermas**. Disponível em: <<https://www.coladaweb.com/biologia/botanica/angiospermas>> Acesso em: 16/10/2020
- MUNDSTOCK, C. M.; THOMAS, A. L. Soja: **Fatores que afetam o Crescimento e o Rendimento de Grãos**. Porto Alegre: Evangraf/Ufrgs, 31 p. 2005.
- MUNIER-JOLAIN, N.G.; B. NEY and C. DUTHION. Reproductive development of an indeterminate soybean as affected by morphological position. **Crop Science**. 34: 1009-1013. 1994.
- OLIVEIRA JUNIOR, R.S.; INOUE, M. H. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Guaíba: Agropecuária, p. 291-313. 2001.
- PÁDUA, G.P.; FRANÇA NETO, J.B.; CARVALHO, M.L.M.; COSTA, O.; KRZYZANOWSKI, F.C.; COSTA, N.P. Tolerance level of green seed in soybean seed lots after storage. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 29, n. 3, p. 112-120, 2007.

PEREIRA, W.A.; PEREIRA, S.M.A.; DIAS, D.C.F.S. Dynamics of reserves of soybean seeds during the development of seedlings of different commercial cultivars. **Journal of Seed Science**, v.37, n.1, p.63-69, 2015.

PINTO, R. S.; BOTELHO, F. M.; BOTELHO, S. C. C.; ANGELI, A. M. Qualidade de grãos de soja em diferentes épocas de colheita. **Nativa**, v. 5 (Especial), p. 463-470, 2017.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2. ed., Brasília: AGIPLAN, 1985. 289p.

REMUSSI, C. y A.J. PASCALE. **La soja. Cultivo, mejoramiento, comercialización y usos**. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería, 2da. Edición, Tomo 2, Fasc. 12-4. 104 p, Ed. Acme SACI, Buenos Aires. 1977.

SANTOS, J.B., FERREIRA, E.A., FERREIRA, E.M., SILVA, A.A.; FERREIRA, L.R. Efeitos da dessecação de plantas de feijão sobre a qualidade de sementes armazenadas. **Planta Daninha**, Vicososa, v. 23, n. 4, p. 645-651, 2005.

SAITOH, K.; NISHIMURA, N.; KURODA, T. Characteristics of Flowering and Pod Set in Wild and Cultivated Types of Soybean. **Plant Production Science**, 172-177 p. 2004.
<https://doi.org/10.1626/pps.7.172>

SEDIYAMA, T. (Ed.). **Tecnologias de Produção e Usos da Soja**. Londrina: Ed. Mecenas, 2009. 314 p.

SETIYONO, T.D.; WEISS, A.; SPECHT, J.E.; CASSMAN, K.G.; DOBERMANN, A. Leaf area index simulation in soybean grown under near-optimal conditions. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.108, p.82-92, 2008.

SINCLAIR, T.R. Leaf area development in field-grown soybeans. **Agronomy Journal**. 76: 141-146. 1984a.

SINCLAIR, T.R. Cessation of leaf emergence in indeterminate soybeans. **Crop Science**. 24: 483-486. 1984b.

SINCLAIR, T. R., NEUMAIER, N., FARIAS, J. R. B., & NEPOMUCENO, A. L. Comparison of vegetative development in soybean cultivars for low latitude environments. **Field Crops Research**, 92, 53-59. 2005.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.fcr.2004.08.008>.

SORLINO, D.M.; A.G. KANTOLIC y P.I. GIMÉNEZ. **Patrones de floración de soja con distinto hábito de crecimiento sometidas a dos disponibilidades hídricas diferentes**. Actas II Reunión Nacional de Oleaginosas - Congreso Nacional de soja. pp.151-158. 1995.

TOLEDO, M.Z.; FONSECA, N.R.; CÉSAR, M.L.; Soratto, R.P.; CAVARIANI, C.; CRUSCIOL, C. A. C. Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de feijão

em função da aplicação tardia de nitrogênio em cobertura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.39, p.124-133, 2009.

TOLEDO, M.Z.; CAVARIANI, C.; FRANÇA-NETO, J.B. Qualidade fisiológica de sementes de soja colhidas em duas épocas após dessecação com glyphosate. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 34, nº 1 p. 134 - 142, 2012.

VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **Principais herbicidas recomendados para a cultura da soja para controle total da vegetação**. Passo Fundo: Embrapa- Trigo, 2006. (Documentos on line 62). Disponível em:<http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do62_19.htm>. Acesso em: 03/06/2020.

VIANA, J. L.; BOTELHO, F. M., BECHLIN, T. R.; BOTELHO, S. C. C.; OLIVEIRA, G. H. H. **Modelagem matemática da contração volumétrica de grãos de sorgo**. Global Science and Technology, v. 10 (2), p.98-105, 2017.

WANG, Y.; J. QIN; J. GAI; G. HE. Classification and characteristic of maturity groups of Chinese landraces of soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] **Genetic Resources and Crop Evolution** 53: 803-809. 2006.

ZORATO, M.F.; WATANABE, P. A. T. Soja esverdeada: a degradação parcial da clorofila. In: SUZUKI, S.; YUYAMA, M. M.; CAMACHO, S.A. (Ed.). **Boletim de pesquisa da soja 2006**. Fundação MT: Rondonópolis, p.229- 232, 2006.

ZORATO, M.F., PESKE, S.T., TAKEDA, C.; FRANÇA-NETO, J. B. Presença de sementes esverdeadas em soja e seus efeitos sobre seu potencial fisiológico. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 29, n. 1, p.11-19, 2007.

CAPÍTULO 2 – QUALIDADE DE GRÃOS DE SOJA DESSECADA EM DIFERENTES ESTÁDIOS FENOLÓGICOS

RESUMO – A dessecação da soja é uma técnica muito utilizada no Brasil e, principalmente, no estado de Mato Grosso devido aos elevados volumes de precipitação durante o período de colheita da primeira safra. Os produtores fazem uso dessa técnica para acelerar o processo de senescência da planta e, conseqüentemente, redução do teor de água. Contudo, produtores têm utilizado a técnica de modo antecipado ao recomendado, podendo causar prejuízos a qualidade final dos grãos. Dessa forma, objetivou-se, por meio deste trabalho, avaliar o efeito da aplicação de dessecante na lavoura de soja em diferentes estádios de maturação, e avaliar a influência dessa operação em aspectos físicos e químicos dos grãos. Foram utilizados as cultivares BRS 7980 e M8372 IPRO. Para cada cultivar avaliada, a dessecação ocorreu em cinco estádios fenológicos (R5.5, R6, R7.1 R7.3, R8.1). Após a colheita, os grãos foram secos, limpos e classificados. Em seguida, determinou-se a condutividade elétrica da solução com exsudatos dos grãos, a germinação, a massa específica aparente, a massa de mil grãos, a cor e a composição centesimal (fibra bruta, extrato etéreo, proteína, cinzas, carboidrato e água). A condutividade elétrica para a cultivar BRS 7980 apresentou menores valores nos estádios R6 (69,50 mS cm⁻¹ g⁻¹), R7.1 (81,31 mS cm⁻¹ g⁻¹) e R7.3 (84,95 mS cm⁻¹ g⁻¹), comparado aos demais, mas não diferiram entre si, para a cultivar M8372 IPRO. A germinação apresentou maiores valores nos estádios R6 (38%) e R7.1 (40%) para cultivar BRS 7980 e nos estádios R6 (78%), R7.1 (69%) e R7.3 (67%) para cultivar M8372 IPRO. De modo geral, a cor não variou, à medida que se avançaram os estádios fenológicos para as duas cultivares. Tanto a cultivar BRS 7980 quanto a cultivar M8372 IPRO apresentaram redução da massa específica aparente e aumento da massa de mil grãos conforme avançaram-se os estádios de maturação. Para as duas cultivares, o teor de extrato etéreo foi menor no estágio R5.5, sendo de 22,24% para cultivar BRS 7980 e 21,86% para M8372 IPRO. Além disso, para a cultivar M8372 IPRO foi possível destacar o estágio R8.1 (25,52%) como o de maior teor de extrato etéreo. O teor de proteína mais elevado foi observado no estágio R6 (39%) em relação aos demais estádios.

Palavras-chave: *Glycine max* (L.) Merrill, qualidade, pós-colheita

ABSTRACT - Soybean desiccation is a technique widely used in Brazil and especially Mato Grosso's state due to the high volumes of precipitation during the harvest period. Farmers use this technique to accelerate plant's senescence process and consequently reduce water content. However, plenty producers have anticipated desiccation of their crops without knowing the consequences of this practice on food quality. Thus, the objective of this work was to evaluate effect of desiccant application in soybean crops at different maturation stages, and to evaluate the influence of this operation on physical and chemical aspects of grains. Cultivars used were BRS 7980 and M8372 IPRO. For each cultivar, desiccation occurred in five phenological stages (R5.5, R6, R7.1, R7.3, R8.1). After harvest, grains were dried, cleaned and classified. Next, solution electrical conductivity was determined with exudate of grains, germination, apparent specific mass, mass of a thousand grains, color and centesimal composition (crude fiber, ether extract, protein, ash, carbohydrate and water). The electrical conductivity for cultivar BRS 7980 presented lower values in stages R6 ($69.50 \text{ mS cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$), R7.1 ($81.31 \text{ mS cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$) and R7.3 ($84.95 \text{ mS cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$), compared to the others, but did not differ among themselves for the cultivar M8372 IPRO. Germination showed higher values in R6 stages (38%) and R7.1 (40%) to cultivar BRS 7980 and at R6 stages (78%), R7.1 (69%) and R7.3 (67%) to grow M8372 IPRO. In general, color did not vary or showed no tendency as the phenological stages for the two cultivars were advanced. Both cultivars BRS 7980 and M8372 IPRO showed reduction in bulk density and increase in mass of 1,000 grains as maturation stages advanced. For both cultivars, the ethereal extract content was lower in the R5.5 stage, being 22.24% for cultivar BRS 7980 and 21.86% for M8372 IPRO. In addition, for the cultivar M8372 IPRO it was possible to highlight R8.1 stage (25.52%) ether extract content. The highest protein content was observed at stage R6 (39%) in relation to the other stadiums.

Key words: *Glycine max*, quality, harvest, post-harvest

1. Introdução

A soja *Glycine max* (L.) Merrill é vista como uma das mais importantes culturas agrícolas em todo o mundo, sendo o Brasil o maior produtor dessa oleaginosa, e possuindo um amplo conhecimento tecnológico sobre essa espécie (Sediyama, 2009; Conab, 2020). 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 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, em meados de setembro a outubro para que a colheita seja realizada entre os meses de janeiro e, para que seja possível cultivar a segunda safra de forma plena, resultando em retorno econômico. Todavia, no 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 et al., 2017).

Segundo França-Neto et al. (2016), a soja está apta para ser colhida a partir do estágio R7, porém, é inviável tanto pelo elevado teor de água dos grãos quanto da planta, que ainda está fisiologicamente ativa. Assim, a aplicação de um herbicida dessecante para acelerar a secagem natural e, conseqüentemente, a colheita, constitui uma operação ordinária e de primordial importância entre os produtores de soja. Este cenário, no médio-norte de Mato Grosso, inclusive devido ao tamanho das áreas cultivadas, tem sido cada vez mais comum, com a aplicação do herbicida em estádios anteriores ao recomendado.

A utilização de dessecantes não é obrigatória e, em parte das vezes, não é necessária, mas tem sido cada vez mais adotada principalmente por produtores que manejam grandes áreas visando uniformizar a lavoura, escalonar a colheita e obter ganhos logísticos, mesmo que em detrimento da produtividade. Entretanto, 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 (Lacerda et al., 2003). Assim, a aplicação do 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 e ainda, grãos com maior qualidade física, fisiológica e sanitária

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

2. 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 $-55^{\circ}36'39''$ 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, ciclo médio de 104 a 120 dias. Já a cultivar transgênica M8372 IPRO pertence ao grupo de maturidade relativa 8.3 e tipo de crescimento determinado, ciclo médio de 110 a 120 dias.

Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. A parcela experimental possuía 2 m de largura por 5 m de comprimento, com área total 10 m². 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 experimento foi conduzido durante a safra 2018/2019. O controle de plantas daninhas, para ambas cultivares, foi realizado conforme recomendado para cultivares não transgênicas. A cultura recebeu os demais tratamentos fitotécnicos para controle de pragas e doenças, sempre que necessários, com produtos e doses recomendadas para a cultura, segundo orientações da Embrapa (2014).

A aplicação do dessecante nas parcelas experimentais, de acordo com os tratamentos, foi determinada de acordo com a escala fenológica conforme Ritchie et al. (1982), adaptado por Yorinori (1986), avaliando-se diariamente a mudança de estádio. Assim, o dessecante foi aplicado nos estádios reprodutivos R5.5, R6, R7.1, R7.3 e R8.1, sendo o R9 sem aplicação.

A colheita foi feita de maneira mecanizada, sendo quando os grãos atingiram, aproximadamente, 18% de teor de água pela secagem natural. Após colhidos, os grãos foram secos naturalmente, em condições ambientais, até atingir o teor de água recomendada para armazenamento (abaixo de 13%). Após a secagem, as amostras foram limpas e condicionados em sacos de papel e armazenados.

A teor de água foi determinado em uma estufa com circulação forçada de ar a 105 ± 1 °C por 24 h em três amostras de 40 g (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 (MAPA, 2007).

Foram levantados ainda os dados meteorológicos para o período de colheita do experimento. Esses dados foram retirados de uma estação meteorológica da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop (MT), localizada sob as coordenadas -11°51'42" e -55°36'45 e altitude de 370 m. Os parâmetros considerados foram a temperatura, a umidade relativa do ar e a precipitação pluviométrica.

Avaliação da qualidade física, química e fisiológica dos grãos de soja

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.

2.1.1. – Qualidade fisiológica dos grãos

Condutividade elétrica da solução dos exsudatos dos grãos de soja: este teste foi conduzido conforme metodologia sugerida por Vieira et al. (2002). Para a realização deste teste foram feitas quatro repetições de 50 grãos de cada parcela. Os grãos foram pesados e colocados em copos de plástico de 180 mL e adicionado 75 mL de água deionizada. Em seguida, os copos foram colocados em uma câmara tipo BOD, à 25 °C, durante 24 h. Após este período, os copos foram retirados da câmara para medições da condutividade elétrica da solução que contém os grãos.

Germinação: O teste padrão de germinação foi conduzido com quatro subamostras de 50 sementes, distribuídos sobre duas folhas de papel Germitest® umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco e então armazenadas na câmara do tipo BOD a uma temperatura de 25 °C. A contagem final foi realizada aos oito dias após a instalação do teste.

2.1.2. – Qualidade física dos grãos

Massa específica aparente: Para a determinação da massa específica aparente foi utilizado o método da acomodação natural dos grãos em recipiente de 1 L de volume. Para garantir que os grãos de soja se acomodem de maneira natural dentro do recipiente e que haja homogeneidade entre as repetições realizadas para cada amostra, foi utilizado um funil preso a um suporte universal que permitiu manter a distância da descarga até o recipiente sempre constante. Após o funil ser preenchido pela massa de grãos, os grãos foram liberados até que ocorresse o transbordamento do recipiente. O excesso foi retirado utilizando-se uma régua que permitiu o seu nivelamento com as bordas do recipiente. A amostra presente no recipiente foi então medida em balança com precisão de 0,01 g. Para esta avaliação foram realizadas 5 repetições por tratamento (Botelho et al., 2018).

Massa de mil grãos: A massa de mil grãos foi determinada pesando-se 10 repetições de 100 sementes em uma balança semi-analítica com precisão de 0,01 g (Brasil, 2009).

Cor: A quantificação da cor dos grãos de soja foi realizada utilizando-se um colorímetro tristímulo com leitura direta de reflectância das coordenadas L* (luminosidade), a* (variação da cor do vermelho ao verde) e b* (variação da cor do amarelo ao azul), empregando a escala CIE-Lab (Figura 1), e utilizando-se o iluminante com ângulo de observação de 10°/D65. Com as coordenadas “L*”, “a*” e “b*” foram calculados os valores de croma (Cr) e ângulo hue (°h) por meio das equações 8 e 9. Para esta variável foram realizadas 4 repetições por tratamento.

$$Cr = \left[(a^2 + b^2)^{\frac{1}{2}} \right] \quad (\text{Eq.1})$$

$$^{\circ}h = \left[\arctang \left(\frac{b}{a} \right) \right] \quad (\text{Eq.2})$$

O binômio croma (vetor) e ângulo hue nada mais é que uma forma de expressar a cor num sistema de coordenadas polares (Figura 2). O ângulo hue é definido como iniciando no eixo +a e é expresso em graus, sendo que 0° corresponde a + a (vermelho), 90° corresponde a + b (amarelo), 180° corresponde a - a (verde) e 270° corresponde a - b (azul) (Tibola et al., 2005). O croma pode ser definido como a profundidade, ou então, como a quantidade da cor pela qual se distingue uma cor forte de uma fraca; o valor do croma é zero no centro do eixo de cores, aumentando conforme se distancia do centro (Martinazzo et al., 2008).

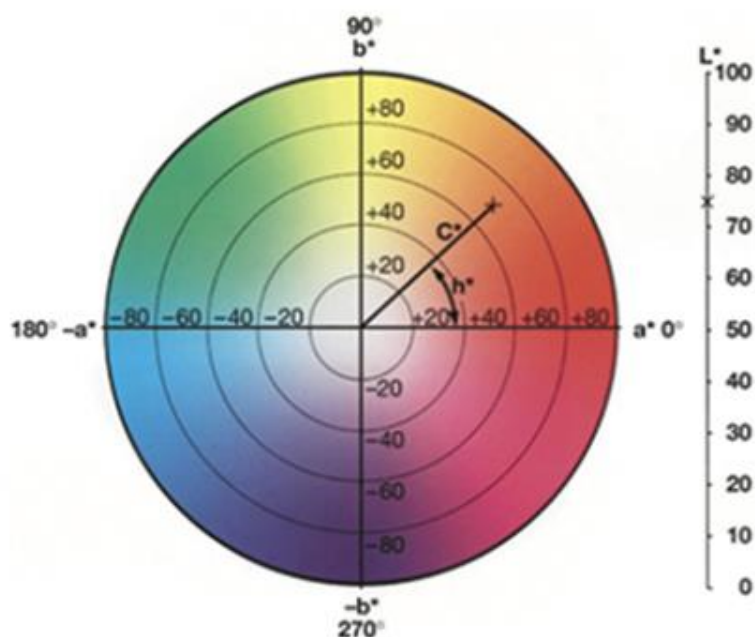


Figura 2. Representação esquemática do sistema de coordenadas de CIE2000 para avaliação de cor. (Fonte: Ferreira, 2017)

2.1.3. – Composição química dos grãos

Teor de água: A teor de água foi determinada em uma estufa com circulação forçada de ar a 105 ± 1 °C por 24 h em três amostras de 40 g (Brasil, 2009).

Teor de fibra bruta: Determinou-se o 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 (AOCS, 2005).

Teor de extrato etéreo: Determinou-se a gordura extraída com éter de petróleo (AOCS, 2004). Os compostos extraídos são predominantemente triacilglicerídeos. Pequenas quantidades de outros lipídios que possuem alguma solubilidade em éter de petróleo também são extraídas.

Teor de proteína: O nitrogênio total (Nt) foi determinado pelo método de Kjeldahl, e o teor de proteína bruta foi obtido, multiplicando-se o teor de Nt pelo fator de conversão 6,25 (AOAC, 1995).

Teor de cinzas: Determinou-se o resíduo por incineração da amostra, também chamado de resíduo mineral fixo. A amostra foi incinerada a temperatura superior a 550 °C e a massa resultante pesada em uma balança semi-analítica com precisão de 0,01 g (AOCS, 1996).

Teor de carboidrato: O teor de carboidratos foi obtido por diferença considerando-se a soma dos valores percentuais dos demais compostos químicos avaliados em relação à massa total dos grãos.

Análise estatística: Os dados experimentais para avaliação da qualidade física e química 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.

3. Resultados e discussão

3.1. Qualidade fisiológica dos grãos

Na Figuras 3 estão apresentados os valores de temperatura e umidade relativa do ar e na Figura 4 a precipitação durante o período de dessecação até a colheita das cultivares BRS 7980 e M8372 IPRO.

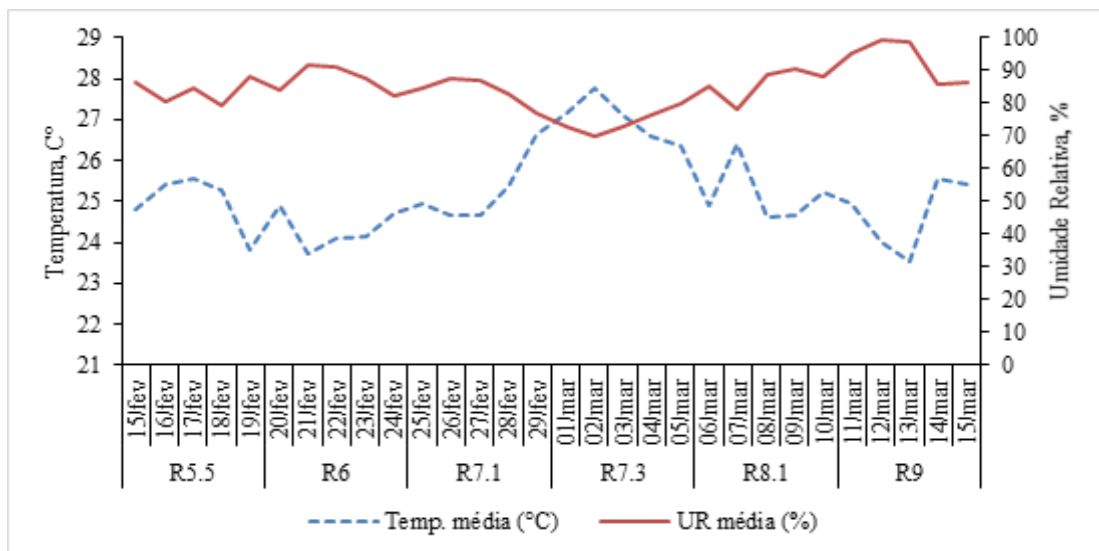


Figura 3. Temperatura média e umidade relativa do ar no período de dessecação até a colheita das cultivares BRS 7980 e M8372 IPRO.

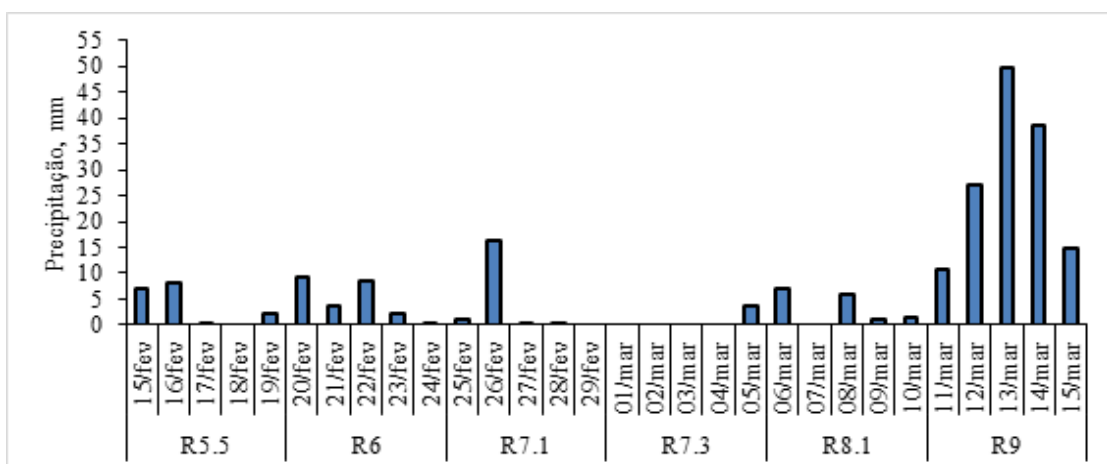


Figura 4. Precipitação diária no período de dessecação até a colheita das cultivares BRS 7980 e M8372 IPRO.

A temperatura média variou no período do experimento de 23,7 a 27,8 °C, enquanto a umidade relativa do ar (UR) variou de 70,1 a 99,5% (Figura 3). 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 e 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 4). 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

Classificação (%)	BRS 7980					
	Estádios					
	R5.5	R6	R7.1	R7.3	R8.1	R9
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
--------------	------	------	------	------	------	------

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 estágio R5.5, que apresentou o maior valor em relação as demais. Já para cultivar M8372 IPRO notou-se grãos verdes apenas no estágio R5.5.

Observou-se que 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 menor teor de água, devido ao avanço da maturação, acarretou maior 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 mais afetadas pelo ataque de patógenos.

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

Tabela 2. Valores médios de condutividade elétrica (CE) e germinação (G) de grãos de soja provenientes de plantas dessecadas em diferentes estádios fenológicos das cultivares BRS 7980 e M8373 IPRO

Estádio	BRS 7980		M8372 IPRO	
	CE (mS cm ⁻¹ g ⁻¹)	G (%)	CE (mS cm ⁻¹ g ⁻¹)	G (%)
R5.5	104,02 a	30,0 b	67,18 a	79,5 a
R6	69,50 b	38,0 a	59,45 a	78,0 a
R7.1	81,31 b	28,5 b	68,25 a	69,0 a
R7.3	84,95 b	40,0 a	66,79 a	67,0 a
R8.1	121,49 a	31,0 b	72,92 a	28,0 c
R9	127,52 a	13,5 c	63,22 a	52,0 b
CV(%)	21,12	20,88	31,71	13,77

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

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 a 127,52 mS cm⁻¹g⁻¹ e menores nos estádios R6, R7.1 e R7.3, variando de 69,5 a 84,95 mS cm⁻¹g⁻¹. O aumento da CE de grãos, normalmente é relacionado 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 deterioração 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 estágio de maturação mais desenvolvido, os mecanismos de proteção de membranas para suportar a dessecação estão presentes, sendo capaz, assim, de proporcionar 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, podemos verificar 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, foram amostras que ficaram mais tempo no campo e estiveram submetidos a variações climáticas diárias.

Verificou-se ainda, na Tabela 2, que os valores CE da cultivar M8372 IPRO não diferiram estatisticamente entre os estádios, mostrando um desempenho diferente da cultivar BRS 7980. Outra possibilidade está relacionada às diferenças genéticas intrínsecas das 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 foi a quantidade de exsudatos na solução aquosa, ou seja, maior foram 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.

Ainda em relação a Tabela 2, a porcentagem de germinação dos grãos da cultivar BRS 7980 variou de 40 a 13,5%, tendo seus maiores valores nos estádios R6 e R7.3 e seu menor valor no estádio R9. Entre os estádios R5.5 para R6 observou-se aumento na porcentagem de germinação, que pode ter sido relacionado ao período de desenvolvimento da semente, estando este ainda em formação, por ainda não ter alcançado amaturação fisiológica (R7.9). Porém, entre os estádios R6 e R7.1 observou-se uma queda de 9,5 % e depois um aumento de 11,5 % para o estádio R7.3. Se comparamos os dados de CE com os valores de germinação entre os estádios R8.1 e R9, há uma relação entre os dados, reforçando a possibilidade de ter ocorrido deterioração dos grãos. De modo geral, pode-se dizer que os melhores resultados para a germinação ocorreram entre R6 e R7.3.

Verificou-se ainda que os valores de germinação da cultivar M8372 IPRO variaram de 79,5 a 28%, sendo os maiores valores nos estádios R5.5, R6, R7.1 e R7.3, e os menores valores observados nos estádios R9 e R8.1. Portanto, para as duas cultivares, houve uma redução nos últimos estádios em relação a germinação.

Lamego et al. (2013), também observaram que estádios mais tardios na dessecação da soja, acarretaram na redução da germinação, e que sementes oriundas de estádios R6 e R7 obtiveram os maiores valores. De acordo com Pelúzio (2008), sementes colhidas em estádios a partir do R8 tendem a apresentar menores valores de germinação.

Daltro et al. (2010) estudando o uso dos dessecantes paraquat, diquat, paraquat+diquat e paraquat+diuron não constataram variações significativas no potencial fisiológico das sementes produzidas, em comparação àquelas não dessecadas.

Convém destacar que nenhum dos valores obtidos nos testes de germinação das duas cultivares (Tabela 2) analisadas enquadrariam as amostras dentro de um padrão mínimo de qualidade esperado para um lote de sementes que é de 80% (Embrapa, 2005). Cabe, porém, ressaltar que não foram realizados as

técnicas e cuidados necessários para a produção de sementes, visto que o objetivo deste trabalho foi voltado para obtenção de grãos. Dessa forma a porcentagem de germinação foi apenas um parâmetro forma para avaliar a qualidade fisiológica das amostras colhidas.

3.2. Qualidade física dos grãos

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

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

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	115,8 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.

Notou-se, pelos resultados apresentados, uma tendência de redução nos valores médios de massa específica aparente conforme foram avançando os estádios de maturação, para as duas cultivares. Já 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.

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 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.

Já para cultivar M8372 IPRO verificou-se que os valores da massa específica aparente variaram de 718,06 a 693,93 kg m⁻³. Também se verificou tendência semelhante à da cultivar BRS 7980, de redução gradativa nos valores médios de massa aparente conforme se sucederam os estádios reprodutivos até a maturação, com exceção do estágio 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, devido ao fato de ser esse o fator que mais influência no seu volume e massa (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 dessa variável em cada estágio avaliado 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 dos grãos. 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 a mesmo teor de água) (Silva, 2008). Isto justifica a maior a massa específica aparente nos estádios iniciais de desenvolvimento (grãos menores).

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 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 estágio R5.5. Quanto à cultivar M8372

I PRO, os valores médios de massa de mil grãos variaram de 97,57 a 132,86 g (Tabela 3). Verificou-se que, para as duas cultivares, houve acréscimos gradativos de massa, desde o estágio 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 Pelúzzio et al. (2008), isso se dá pelo fato de que 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 5 estão apresentados os valores médios de coordenadas estimadas de croma (Cr) e hue ($^{\circ}$ h), para os diferentes estádios fenológicos das cultivares BRS 7980 e M8372 I PRO.

Tabela 4. Valores médios das coordenadas croma (Cr) e hue ($^{\circ}$ h) de grãos de soja provenientes de plantas dessecadas em diferentes estádios fenológicos das cultivares BRS 7980 e M8372 I PRO

Estádio	BRS 7980		M8372 I PRO	
	Cr	$^{\circ}$ h	Cr	$^{\circ}$ h
R5.5	18,52 a	70,24 a	18,76 a	70,26 a
R6	19,82 a	72,80 a	17,49 a	72,58 a
R7.1	17,65 b	70,46 a	16,23 a	71,89 a
R7.3	17,38 b	73,05 a	16,79 a	73,09 a
R8.1	18,74 a	74,09 a	17,91 a	70,02 a
R9	16,73 b	73,81 a	16,93 a	75,46 a
CV(%)	6,39	3,32	9,81	4,3

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

No que diz respeito à avaliação da cor, notou-se que houve variação apenas para a variável croma da cultivar BRS 7980. Os valores médios de Cr para essa cultivar variaram de 19,82 a 16,73°. Houve redução na intensidade do croma para os estádios R7.1, R7.3 e R9, comparado aos demais estádios. Já os valores médios de °h não variaram estatisticamente, indicando, neste caso que a intensidade de amarelo (0 a 90°) se manteve entre os estádios. De modo geral, pode-se dizer que a utilização da metodologia utilizada para avaliar a cor da massa de grãos não foi sensível o suficiente para traduzir quantitativamente a variação da cor que ocorreu entre os estádios avaliados e que foi possível descrever qualitativamente na classificação.

3.3. Composição química dos grãos

Na Tabela 5 estão apresentados os valores médios de fibra bruta (FB), extrato etéreo (EE), cinzas (CI), proteína (P) e carboidratos (CB), das cultivares BRS 7980 e M8372 IPRO.

Tabela 5. Valores médios da porcentagem da composição centesimal de grãos soja provenientes de plantas dessecadas em diferentes estádios fenológicos das cultivares BRS 7980 e M8372 IPRO

Estádio	BRS 7980				
	FB	EE	CI	P	CB
	%				
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

¹FB: Fibra bruta; ²EE: Extrato etéreo; ³CI: Cinzas; 4P: Proteína; 5CB: Carboidratos. Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade

Observou-se que, para a cultivar BRS 7980, os valores médios de fibra bruta (FB), proteína (P) e carboidratos (CB) não variaram entre os estádios (Tabela 3). 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 3) 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 estágio 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 fotoassimilados 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 2). Como já foi abordado, isso possivelmente ocorreu devido 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 a antecipação seja indicada pela previsão climática, onde o índice pluviométrico seja alto e por longo período, prejudicando a 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 às variações climáticas, ocasionando a deterioração mais severa, com redução da qualidade.

4. Conclusão

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 e maiores taxas de germinação.

A antecipação da dessecação ocasiona a redução da massa de mil grãos e aumento da massa específica aparente.

A aplicação de dessecante na soja, em estádios anteriores aos recomendados ocasiona a perda na quantidade de óleo presente nos grãos.

Aplicar o herbicida dessecante no estádio recomendado diminui a deterioração dos grãos no campo causado por patógenos.

5. Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelo apoio financeiro indispensável para o desenvolvimento deste trabalho e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 pela concessão da bolsa de mestrado.

6. Referência Bibliográfica

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analysis Chemists**. Arlington, 1995, p. 957

AOAS - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Association of Official Analytical Chemists**. Official Methods of analysis (method 900.02). Chapter 44. p. 3, 1996.

AOCS - ASSOCIATION OF OIL CHEMISTS SOCIETY. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 992.23, Vol. II, Chapter 32, 24 – 25, Dr. William Horwitz Editor, 2000.

AOCS - AMERICAN OF OIL CHEMISTS SOCIETY. Official Method Am 5-04, **Rapid determination of oil/fat utilizing high temperature solvent extraction**, Official Methods and Recommended Practices of the, Champaign, 2004.

AOCS - ASSOCIATION OF OIL CHEMISTS SOCIETY. Official method Ba 6a- 05. **Crude Fiber Analysis in Feeds by Filter Bag Technique**. In: Official Methods and Recommended Practices of the AOCS. 2005.

BOTELHO, F. M. FARIA, M. E. M.; BOTELHO, S. C. C.; RUFFATO, S.; NOGUEIRA R. M. Metodologias para determinação de massa específica de grãos. **Agrarian**, Dourados, v. 11, n. 41, p. 251-259, nov. 2018. ISSN 1984-2538. Disponível em: <<https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/7922%3B>>. Acesso em: 24 nov. 2020. doi:<https://doi.org/10.30612/agrarian.v11i41.7922>.

BOTELHO, F.M.; GRANELLA, S.J.; BOTELHO, S.C.C. & GARCIA M.T.R.B. - Influência da temperatura de secagem sobre as propriedades físicas dos grãos de soja. **Engenharia na Agricultura**, vol. 23, n. 3, p. 212-219, 2015.

BRASIL. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. **Regras para Análises de Sementes**. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. 2009. 399 p.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência, Tecnologia e Produção**. 5 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.

CHRISTENSEN, C. M.; KAUFMANN, H. H. MICROFLORA. In: **Christensen, C. M. Storage of cereal grain and their products**. St. Paul: American Association of Cereal Chemists, 1974. p.158-192.

DALTRO, E. M. F. et al. Aplicação de dessecantes em pré-colheita: efeito na qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 1, p. 111-122, 2010.

EGLI, D.B. Flowering, Pod Set and Reproductive Success in Soya Bean. **Journal Agronomy. Crop Science**. 191: 283-291. 2005.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA.

Tecnologias de produção de soja - Região Central do Brasil 2014. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Soja, Londrina. 265 p. 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA.

Tecnologias de produção de soja – Região Central do Brasil, 2005. Londrina: Embrapa Soja, Embrapa Cerrados, Embrapa Agropecuária Oeste, Fundação Meridional. 242 p. 2005.

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development**. Iowa Agricultural Experimental Station Special Report, USA, v. 80, p. 1-11, 1977.

FERREIRA, M. D. **Instrumentação pós-colheita em frutas e hortaliças**. Embrapa Instrumentação, São Carlos, 284 p. 2017.

FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A.; PÁDUA, G. P.; LORINI, I.; HENNING, F. A. **Tecnologia para produção de sementes de soja de alta qualidade Série Sementes**. Londrina: Embrapa Soja, n. 380, 82 p. 2016.

INOUE, M. H.; PEREIRA, P. S. X.; MENDES, K. F.; BEM, R.; DALLACORT, R.; MAINARDI, J. T.; ARAÚJO, D. V.; CONCIANI, P. A. Determinação do estágio de dessecação em soja de hábito indeterminado no Mato Grosso. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Santa Maria, v. 33, n. 4, p. 769-770, 2012.

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**, Viçosa, v. 21, n. 3, p. 427-434, 2003.

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**, Viçosa-MG, v. 31, n. 4, p. 929- 938, 2013.

MARTINAZZO, A. P.; CORRÊA, P. C.; MELO, E. C.; CARNEIRO, A. P. S. Avaliação colorimétrica de folhas secas de *Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf durante o armazenamento em diferentes embalagens. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 10, n. 2, p. 131-140, 2008.

PELÚZIO, J. M. et al. 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.

PINTO, R. S.; BOTELHO, F. M.; BOTELHO, S. C. C.; ANGELI, A. M. Qualidade de grãos de soja em diferentes épocas de colheita. **Nativa**, v. 5 (Especial), p. 463-470, 2017.

RITCHIE, S.W. et al. **How a soybean plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology Cooperative Extension Service, 1982. Adaptado por Yorinori, J.T. 1996.

SAIO, K.; NIKKUNI, I.; ANDO, Y.; OSTURU, M.; TERAUCHI, Y.; KITO, M. Soybean quality changes during model storage studies. **Cereal Chemistry**, v.57, p.77-82, 1980.

SEDIYAMA, T. (Ed.). **Tecnologias de Produção e Usos da Soja**. Londrina: Ed. Mecenas, 2009. 314 p.

SILVA, J.S. **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. Editora; Aprenda fácil, Viçosa: v. 2, p. 15-40, 2008.

TIBOLA, C. S.; LUCCHETTA, L.; ZANUZO, M. R.; SILVA, P. R.; FERRI, V. C.; ROMBALDI, C. V. Inibição da ação do etileno na conservação de caquis (*Diospyros kaki* L.) 'Fuyu'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 1, p. 36-39, 2005.

VEIGA, A. D. et al. Tolerância de semente de soja a dessecação. **Ciência Agrotecnologia**, v. 31, n. 3, p. 773-780, 2007.

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 (9), p. 1333-1338, 2002.