

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**Qualidade física e fisiológica de sementes de soja em função de teores
de água da semente e rotações do cilindro na colheita**

Patricia Nogueira

Passo Fundo

2020

Patricia Nogueira

Qualidade física e fisiológica de sementes de soja em função de teores de água da semente e rotações do cilindro na colheita

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo, como requisito parcial para obtenção de título de Mestre em Agronomia.

Orientador:
Dra. Nadia Canali Lângaro
Coorientador:
Dr. Walter Boller

Passo fundo

2020

CIP – Catalogação na Publicação

N778q Nogueira, Patricia
Qualidade física e fisiológica de sementes de soja em
função de teores de água da semente e rotações do cilindro na
colheita / Patricia Nogueira. – 2020.
60 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientadora: Profa. Dra. Nadia Canali Lângaro.
Coorientador: Prof. Dr. Walter Boller.
Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de
Passo Fundo, 2020.

1. Soja - Cultivo. 2. Soja - Colheita. 3. Sementes -
Qualidade. I. Lângaro, Nadia Canali, orientadora. II. Boller,
Walter, orientador. III. Título.

CDU: 633.34

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a Dissertação.

“Qualidade física e fisiológica de sementes de soja em função de teores de água da semente e rotações do cilindro na colheita”

Elaborada por

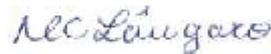
Patrícia Nogueira

Como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestra em
Agronomia – Produção e Proteção de Plantas

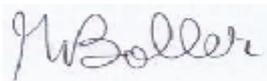
Aprovada em: 18/03/2020
Pela Comissão Examinadora



Dra. Nadia Canali Lângaro
Presidente da Comissão Examinadora
Orientadora



Dra. Nidia Montechiarini
UNR - Argentina



Dr. Walter Boller
Pesquisadora independente



Dr. Edson Campanhola Bortoluzzi
Coord. Prog. Pós-Graduação em Agronomia



Dr. Carlos Gosparini
UNR - Argentina



Dr. Eraldo Lourenso Zanella
Diretor FAMV



Dra. Vladirene Macedo Vieira
Embrapa Trigo

DEDICATÓRIA

Agradeço a Deus pai todo poderoso por sempre iluminar meu caminho e me orientar nos momentos de decisões.

Aos meus pais João Nogueira e Lucia Nogueira, pela vida e ensinamentos sobre a vida.

A meu marido Marciano Scheleder dos Santos, que sempre me incentivou para continuar firme e forte nas metas traçadas.

A minha vó Clementina Coradin, por tantas conversas e ensinamentos, por sempre zelar por mim por meio de orações.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por tantas oportunidades concebidas.

À Universidade de Passo Fundo – UPF.

À comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsas de estudo.

À professora Nadia Canali Lângaro, pela amizade, confiança e incentivo constante durante essa caminhada.

Aos membros da banca examinadora Prof Dr. Nadia Canali Langaro, Dr. Walter Boller, Carlos Gospari, Vladirene Vieira.

Aos professores Nidia Montechiarini e Carlos Gospari, por tanta hospitalidade e ensinamentos. Minha eterna gratidão por tanto que me foi proporcionado pelos dois. Obrigado por me fornecerem momentos únicos ao lado de vocês, sempre dispostos a ajudar no que fosse preciso.

À Faculdade de Rosário, pela hospitalidade e aconchego. Por conceder seu espaço para realização de testes no laboratório de Fisiologia de Sementes.

À turma do LAS, doutorandos, mestrandos e funcionários, em especial para Micheli Meneguzzo por tamanha ajuda e conversas. Uma amiga querida que apareceu no momento certo no LAS, trazendo muita alegria e conhecimento, com um coração do tamanho do mundo.

As minhas queridas amigas, Serleni Sossmeier, Debora Munaretto, Francine Falcão e Kassiana Kehl, pela amizade e apoio. Foi o mestrado que cruzou nossos caminhos e a partir de agora seguiremos com uma bela amizade. No caminho do mestrado passamos por muitas coisas, mas com boas amizades tudo é possível. Existem pessoas boas, o mundo pode ser bom, só depende de nossas ações.

A todos aqueles que contribuíram, de alguma forma, para a realização deste trabalho.

RESUMO

NOGUEIRA, Patricia. Qualidade física e fisiológica de sementes de soja em função de teores de água da semente e rotações do cilindro na colheita. 2020. 60 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2020.

O trabalho teve como objetivo avaliar se a qualidade de sementes de soja é afetada pelo teor de água (TA) da semente e rotações de cilindro trilhador (RCT) na colheita e, também, no armazenamento, estabelecimento de plantas e rendimento na safra seguinte. A colheita da cultivar BMX Turbo RR® ocorreu na safra 2017/2018 quando a semente atingiu dois TA, 15% e 12%, em quatro RCT (450, 600, 750 e 900 rpm) da colhedora. Logo após a colheita, parte da semente com TA 15% foi submetida à secagem até 12% (TA 15-12%). Assim, o delineamento experimental foi de blocos ao acaso em esquema bifatorial, três TA x quatro RCT, em três repetições. A semente colhida foi avaliada quanto aos seus atributos físicos de qualidade: teste de pureza (SP) (%), de percentual de sementes quebradas (SQ) (%), de hipoclorito (H) (%); e atributos de qualidade fisiológica: primeira contagem no teste de germinação (PCG) (%), teste de germinação (G) (%), comprimento de parte aérea (CPA) (cm), comprimento de raiz (CR) (cm), teste de envelhecimento acelerado (EA) (%), de tetrazólio (TZ) (%) e de condutividade elétrica (CE) ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$). Testes de G e vigor também foram realizados aos 90 e 180 dias de armazenamento. Após, na safra 2018/19, a semente oriunda de colheita e armazenamento em 2018 foi semeada em campo, seguindo-se o mesmo delineamento experimental, com três repetições. Foram avaliados a Germinação (G) (%), índice de velocidade de emergência (IVE), velocidade de emergência (VE) (%), peso de mil sementes (PMS) (g) e produtividade (P) (kg/ha). A colheita nos teores de água e rotações distintos não afeta a G% de sementes, já o vigor (%) diminui com o aumento de RCT. A semente colhida com TA 12% apresenta germinação maior após o armazenamento. Os TA de semente e as RCT de colheita não afetam, após o armazenamento, o IVE, VE, PMG e P de soja avaliada em campo.

Palavras-chave: 1. *Glycine max*. 2. Dano mecânico. 3. Vigor 4. Teor de água. 5. Perdas na colheita.

ABSTRACT

NOGUEIRA, Patricia. Physical and physiological quality of soybean seeds as a function of seed water content and cylinder rotation at harvest. 2020. 60 f. Dissertation (Masters in Agronomy) - University of Passo Fundo, Passo Fundo, 2020.

The objective of this work was to evaluate whether the quality of soybean seeds is affected by the water content (TA) of the seed and rotating cylinder rotations (RCT) in the harvest and also in the storage, establishment of plants and yield in the following harvest. The harvest of the cultivar BMX Turbo RR® occurred in the 2017/2018 crop when the seed reached two TA, 15% and 12%. In four rotations of the harvester cylinder (RCT) (450, 600, 750 and 900 rpm) of the harvester. Right after the harvest, part of the seed with 15% TA was subjected to drying up to 12% (TA 15-12%). Thus, the experimental design was randomized blocks in a bifactorial scheme, three TA x four RCT, in three replications. The harvested seed was evaluated for its physical quality attributes: purity test (SP) (%), percentage of broken seeds (SQ) (%), hypochlorite (H) (%); and physiological quality attributes: first count in the germination test (PCG) (%), germination test (G) (%), shoot length (CPA) (cm), root length (CR) (cm), accelerated aging test (EA) (%), tetrazolium (TZ) (%) and electrical conductivity (EC) ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$). G and vigor tests were also performed at 90 and 180 days of storage. After, in the 2018/19 harvest, the seed from harvest and storage in 2018 was sown in the field, following the same experimental design, with three replications. G (%), emergency speed index (IVE) (%), emergency speed (VE) (%), thousand seed weight (PMS) (g) and productivity (P) ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$). The harvest in different water levels and rotations does not affect the G% of seeds, as the vigor (%) decreases with the increase in RCT. Seed harvested with TA 12% has a higher G% after storage. Seed TA and harvest RCT do not affect, after storage, G, IVE, VE, PMG and soybean yield evaluated in the field.

Key words: 1. *Glycine max*. 2. Mechanical damage. 3. Force. 4. Water content. 5. Losses at harvest.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	11
2	REVISÃO DA LITERATURA	13
2.1	A cultura da soja	13
2.2	Colheita da soja	14
2.2.1	Ocorrência de danos mecânicos	14
2.3	Qualidade de sementes	15
2.3.1	Atributos genéticos	15
2.3.2	Atributos físicos	15
2.3.3	Atributos fisiológicos	16
2.3.4	Atributos sanitários	16
2.4	Fatores pós-colheita que afetam a qualidade das sementes	17
2.4.1	Secagem	17
2.4.2	Armazenamento	17
3	CAPÍTULO I	19
3.1	Resumo	19
3.2	Introdução	19
3.3	Material e Métodos	21
3.3.1	Delineamento experimental de colheita	21
3.3.2	Coleta de dados	23
3.3.3	Análise de dados	26
3.4	Resultados e discussão	26
3.5	Conclusões	36
4	CAPÍTULO II	38
4.1	Resumo	38
4.2	Introdução	38
4.3	Material e métodos	40
4.3.1	Delineamento experimental	40
4.3.2	Coleta de dados	42
4.3.3	Análise de dados	45
4.4	Resultados e discussão	45

4.5 Conclusões	51
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
6 CONCLUSÃO	54
REFERÊNCIAS	55
ANEXOS	59

1 INTRODUÇÃO GERAL

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma cultura de grande importância econômica para o Brasil, sendo a principal do agronegócio brasileiro. É uma das culturas mais estudadas em todo o mundo devido a sua importância na alimentação animal e humana. No Brasil é considerada uma das culturas de maior potencial econômico para comercialização externa e interna.

A partir da década de 1970 houve grande expansão da fronteira agrícola do cultivo de soja no Brasil. A utilização de sementes com qualidade define o sucesso no estabelecimento da cultura da soja, sendo que esta compreende princípios de qualidade genética, física, fisiológica e sanitária (TSUKAHARA et al., 2016).

Na atualidade o Brasil é o segundo maior produtor de soja do mundo, com 35,8 milhões de hectares cultivados, com uma produção de 114,8 milhões de toneladas e produtividade média de 3.206 Kg/ha. Um papel importante no progresso da soja no Brasil deve ser creditado, também e obviamente aos diversos programas de melhoramento genético, que fazem com que a cultura apresente alto desempenho no cenário de produção (CONAB, 2019).

Neste contexto a colheita da soja é uma etapa muito importante na produção de sementes. A operação de colheita mecanizada é a maior causa de danos mecânicos as sementes de soja, sejam eles imediatos ou latentes, pois na colheita a planta passa pelo processo de debulha, que é o momento que a semente é separada da palha e correm danos nas sementes (TSUKAHARA et al., 2016).

O armazenamento de sementes de soja até a próxima semeadura é um processo crucial para manutenção da qualidade da mesma. No período de armazenamento é

essencial entender a importância da umidade relativa do ar e temperatura de locais onde as sementes serão armazenadas. O armazenamento pode estender-se por um período longo no qual as sementes ficarão submetidas. Então o objetivo é manter a qualidade da semente ao longo do período de armazenamento, pois existe uma correlação entre o teor de água e temperatura da semente, no consumo de matéria seca por fungos de armazenamento (NEVES et al., 2016).

Esta pesquisa justifica-se pelo fato que a tecnologia de produção de sementes está em constante desenvolvimento. Desta forma informações a respeito de qualidade temporal de sementes de soja podem auxiliar na tomada de decisão sobre o armazenamento do produto com base na relação custo-benefício - decorrente de possíveis perdas de qualidade na estocagem, advindas, no todo ou ao menos em parte, de uma colheita realizada de forma incorreta.

Portanto o trabalho objetivou avaliar se a qualidade de sementes de soja é afetada, no momento da colheita, pelo seu teor de água e rotações do cilindro trilhador e também investigar, após a colheita, se a qualidade da semente é afetada no armazenamento. Neste trabalho buscamos ter uma visão desde a colheita, o armazenamento, posterior estabelecimento de plantas e produtividade na safra seguinte.

Assim, a dissertação está organizada de modo que nesta introdução apresenta-se a contextualização do tema, a problemática, a justificativa e os objetivos de pesquisa. O próximo componente deste trabalho, a revisão da literatura, apresenta aspectos relacionados ao sujeito (sementes de soja) e aos objetos de pesquisa (teores de água da semente e rotações do cilindro trilhador de uma colhedora). Nos capítulos I e II são apresentados e discutidos os resultados obtidos de dois anos de pesquisa, que abrangem desde avaliações logo após a colheita, ao longo do armazenamento e, posteriormente, a semeadura para avaliação de sua performance no campo. Em seguida, faz-se considerações finais sobre os experimentos, e, por fim, a conclusão do trabalho.

2 REVISÃO DA LITERATURA

A cultura da soja constitui, atualmente, assunto de intensa atividade de pesquisa dirigida para obtenção de informações que visem aumentos de produtividade. Neste sentido, a utilização de sementes de qualidade alta constitui-se em uma ferramenta de extrema importância para o agricultor. Nesta revisão são abordados aspectos gerais sobre a cultura da soja, colheita, ocorrência de danos mecânicos, qualidade da semente e fatores pós-colheita que interferem na qualidade da mesma.

2.1 A cultura da soja

A soja é nativa da Ásia, provavelmente das regiões Norte e Central da China. A leguminosa foi introduzida no Brasil, em 1882, na Bahia, passando por Campinas, SP, em 1900 chegou ao Rio Grande do Sul. A cultura compreende grande área cultivada e produção expressiva no estado, contribuindo diretamente para o aumento da produção nacional (TSUKAHARA et al., 2016).

A cultura da soja é matéria prima para fabricação de diversos produtos. A mesma é utilizada na produção de alimentos, óleo vegetal, na dieta de animais através de rações para várias espécies, além de biodiesel (BARON et al., 2018).

Para a produção de soja é de suma importância utilizar sementes com potencial fisiológico alto realizando testes prévios para verificar suas condições fisiológicas, ter controle de qualidade e atenção a todos os processos produtivos (FRANÇA NETO; HENNING, 1984).

A qualidade da semente de soja pode ser influenciada por fatores que ocorrem antes e durante a colheita, e nas demais etapas do sistema de produção de sementes

(secagem, beneficiamento, armazenamento e transporte). Esses fatores podem estar ligados a condições climáticas, ataques por insetos, extremos de temperatura e de umidade durante a maturação (SMANIOTTO et al., 2014).

2.2 Colheita da soja

Em geral, para a realização de colheita mecanizada é desejável que a umidade de grãos atinja de 12 a 14%. Grãos com umidade superior a 14% podem estar sujeitos à incidência maior de danos mecânicos latentes durante o processo de colheita, enquanto teores de umidade inferiores a 12% podem resultar em sensibilidade maior à quebra de grãos, ocasionando dano imediato (TSUKAHARA et al., 2016).

Durante a colheita mecânica, as operações desenvolvidas na unidade de trilha e separação têm por função destacar os grãos de partes da planta que os contêm, separando-os de restos de cultura como caule, vagens, panículas e folhas (PAIXÃO et al., 2017).

2.2.1 Ocorrência de danos mecânicos

As principais fontes de danos mecânicos em sementes são provenientes de colheita mecânica e de beneficiamento. Na colheita, a semente fica suscetível ao dano mecânico, imediato ou latente (SCHEEREN et al., 2010).

Os danos mecânicos imediatos apresentam tegumentos quebrados e cotilédones separados ou danificados, enquanto nos latentes ocorrem injúrias internas no embrião, com redução de vigor e de potencial de armazenamento (FRANÇA NETO; HENNING, 1984).

2.3 Qualidade de sementes

Os atributos da qualidade de sementes podem ser classificados em genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários.

2.3.1 Atributo genético

O atributo genético de qualidade envolve a pureza genética, pureza varietal, potencial de produtividade, resistência a pragas e moléstias, precocidade e resistência a condições adversas de solo e clima (BARON et al., 2018).

A contaminação genética é resultante de troca de grãos de pólen entre diferentes cultivares, enquanto a contaminação varietal acontece quando sementes de diferentes variedades se misturam. A primeira ocorre na fase de produção e a segunda, principalmente, nas etapas de plantio, colheita e beneficiamento das sementes (FERREIRA et al., 2017).

2.3.2 Atributos físicos

Pureza física, teor de água, danificações mecânicas compõem atributos de qualidade física das sementes.

A pureza física reflete a composição física ou mecânica de um lote de sementes. Através desse atributo, tem-se a informação de percentual de contaminação do lote com semente de plantas daninhas e material inerte (BRASIL, 2009).

O conteúdo de água, ou seja, a quantidade de água contida na semente, é expressa em porcentagem, em função de sua massa. Há uma faixa de conteúdo de água em que a semente sofre menos danos mecânicos e debulha com facilidade; outra influência é na atividade metabólica da semente, como nos processos de germinação e deterioração (TSUKAHARA et al., 2016).

Toda vez que a semente é manuseada está sujeita a danificações mecânicas. As colheitadeiras, mesmo quando reguladas perfeitamente podem danificar severamente as sementes durante a operação de debulha (PACHECO et al., 2015; HOLTZ; REIS, 2013).

2.3.3 Atributos fisiológicos

Os atributos fisiológicos referem-se a capacidade da semente de realizar funções vitais, tais como germinação, vigor e longevidade. Essas funções afetam diretamente as culturas quando essas são semeadas em campo (POPINIGIS, 1977, p. 56).

O vigor de sementes é um dos principais atributos da qualidade fisiológica a ser considerado na implantação de uma lavoura. O uso de sementes de vigor alto é justificado em todas as culturas, para assegurar população adequada de plantas sobre uma ampla variação de condições ambientais de campo encontradas na emergência (SCHEEREN et al., 2010).

2.3.4 Atributos sanitários

As sementes utilizadas para propagação devem ser sadias e livres de patógenos. Sementes infectadas por patógenos podem não apresentar viabilidade ou apresentar vigor baixo (ZUFFO et al., 2017).

A semente é um veículo para distribuição e disseminação de patógenos, os quais podem causar epidemias de doenças nas plantas, pois o inóculo inicial da semente pode ter uma significância alta na ocorrência de doenças em campo. Os patógenos transmitidos pela semente mais frequentes incluem fungos, bactérias, nematóides e vírus (FRANDOLOSO et al., 2015).

2.4 Fatores pós-colheita que afetam a qualidade da semente

Para um armazenamento eficiente não só qualidade inicial boa é necessária mas as sementes precisam ter passado por condições de secagem favoráveis, a fim de evitar a perda de sua qualidade fisiológica. Com boas condições de secagem a semente deve seguir para um armazenamento adequado, que é baseado no princípio de manter a semente em temperatura inferior a 20° C e umidade relativa abaixo de 60% (HARTMANN FILHO et al., 2016; SMANIOTTO et al., 2014).

2.4.1 Secagem

A semente, por ocasião da colheita, nem sempre apresenta conteúdos de água compatíveis para o seu armazenamento, esta é uma das causas principais de perda de poder germinativo e de vigor da semente (SMANIOTTO et al., 2014). A secagem por sua vez torna-se uma operação crucial, sendo que a não realização de secagem acarreta em aumento de respiração nas sementes, deterioração e favorecimento de desenvolvimento de fungos (HARTMANN FILHO et al., 2016).

2.4.2 Armazenamento

A qualidade de semente é fator de suma importância para que se obtenha a produtividade esperada e o armazenamento é prática fundamental que pode ajudar na manutenção de qualidade fisiológica da semente sendo também um método por meio do qual se pode preservar a viabilidade de sementes, e manter seu vigor até a semeadura futura (MEENA; CHETTI; NAWALAGATTI, 2016).

O processo de deterioração é inevitável mas pode ser retardado dependendo de condições de armazenamento e de características da semente. Dentre os principais fatores que afetam a qualidade no armazenamento estão o conteúdo de água e a temperatura da semente (NEVES et al., 2016).

O teor de água é o fator de significância maior na prevenção de deterioração do grão durante o armazenamento. Mantendo-se o teor de água baixo e a temperatura adequada do grão, a respiração e o ataque de microrganismos terão seus efeitos minimizados. Com o teor de água superior a 14% a respiração aumenta rapidamente na maioria dos cereais ocasionando sua deterioração (TSUKAHARA et al., 2016).

Estudos tem investigado a qualidade de sementes de soja e o que se sabe é que o teor de água inicial influencia na qualidade de sementes de soja no armazenamento, sendo que sementes com teor de água inicial elevado apresentam perda maior de qualidade no decorrer do armazenamento (SMANIOTTO et al., 2014; SCHEEREN et al., 2010).

3 CAPÍTULO I

Qualidade física e fisiológica de sementes de soja em função de teor de água da semente e rotações do cilindro na colheita

3.1 Resumo

O trabalho teve como objetivo avaliar se a qualidade de sementes de soja é afetada, no momento da colheita, pelo seu teor de água e rotações do cilindro trilhador e também investigar, após a colheita, se a qualidade de semente é afetada no armazenamento. A colheita foi realizada quando a semente atingiu dois teores de água (TA) 15% e 12%, em quatro rotações de cilindro trilhador (RCT) (450, 600, 750 e 900 rpm). Imediatamente após a colheita da semente com TA 15%, parte foi secada até TA 12%, a qual foi denominada de TA 15-12%. Assim, o delineamento experimental foi de blocos ao acaso em esquema bifatorial com três TA x quatro RCT. As sementes foram avaliadas quanto aos seus atributos físicos de qualidade: teste de pureza, percentual de sementes quebradas, teste de hipoclorito; e de qualidade fisiológica: primeira contagem no teste de germinação, teste de germinação, comprimento de parte aérea, comprimento de raiz, teste de envelhecimento acelerado, de tetrazólio e de condutividade elétrica. O potencial de germinação de sementes não é afetado pela colheita nas distintas rotações e teores de água, já o vigor diminui com o aumento de RCT. Os TA *versus* RCT na colheita não evidenciam perdas significativas de qualidade física e fisiológica de sementes no período inicial de armazenamento.

Palavras-chave: 1. *Glycine max*. 2. Danos mecânicos. 3. Vigor. 4. Teor de água. 5. Perdas na colheita.

1.2 Introdução

As sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) são muito sensíveis à danificação mecânica, uma vez que o eixo embrionário está situado sob um tegumento pouco espesso, que praticamente não oferece proteção (LOPES et al., 2011).

Estudos têm mostrado que a qualidade das sementes está relacionada com o teor de água da semente no momento da colheita com velocidade do cilindro de trilha da colhedora. A maior velocidade do cilindro diminui o tempo de colheita e isso implica no aumento de porcentagem de sementes rachadas e quebradas e a colheita de semente com

teores de água maiores o que acarreta em danos no armazenamento (CAMARGO; SCHIEBELBEIN, 2011; CARVALHO; NOVEMBRE 2012).

Cada dano mecânico que afeta a semente, por pequeno que seja, é cumulativo e é parte integral do dano total da semente, podendo reduzir seu poder de germinação, vigor inicial e rendimentos de produção total (CASSIA et al., 2015).

A modernização crescente da agricultura brasileira tem exigido de segmentos diferentes a racionalização de processos produtivos. Dentre os insumos do setor agrícola, a semente de qualidade ocupa papel fundamental em todo sistema de produção (VERGARA; GAZOLLA-NETO; GADOTTI, 2019).

Dentro do processo produtivo da soja a colheita é uma etapa de grande importância pois todo o trabalho realizado em etapas anteriores pode ser comprometido se a colheita não for realizada com os cuidados necessários. A produção de sementes exige tecnologias que abrangem seleção de área, uso de variedades recomendadas, semeadura em épocas estabelecidas, acompanhamento de desenvolvimento, tratos culturais, tratamentos fitossanitários e determinação de momento ideal de colheita (CUNHA et al., 2009).

A colheita e a secagem são operações cruciais num programa de produção de sementes. Pois a qualidade de semente para plantio nunca será superior àquela existente no momento de sua colheita, mas poderá se tornar inferior. Por isso, todas as operações de colheita e trilha, devem ser feitas cuidadosamente (SILVA et al., 2013).

Para sementes de soja, a colheita em si é a fase mais crítica de todo o processo de produção, pois pode ocasionar perdas de qualidade das sementes (FRANÇA NETO et al., 1988), que podem refletir intensamente na deterioração das mesmas, se intensificando após o período de armazenamento. Outro fator que contribui para a perda da qualidade das sementes é o teor de água das sementes no momento da colheita. Tabile et al. (2008) constataram influência do teor de água das sementes de soja no momento da colheita mecanizada, sendo que, sementes colhidas com teores de água mais elevados têm alterações diretamente sobre sua viabilidade e vigor. Neste sentido, à medida que o teor

de água de sementes no momento da colheita atinge valores superiores a 18,0% há decréscimo na viabilidade de sementes. Já para aquelas colhidas com teor de água mais baixo, também há perdas na qualidade, pois estas estão mais sujeitas ao trincamento, resultando no rompimento dos tecidos e perda da viabilidade (CARVALHO; NOVENBRE, 2012).

As principais fontes de danos mecânicos em sementes são provenientes de colheita mecânica e beneficiamento. Na colheita, a semente fica suscetível ao dano mecânico, imediato ou latente (HOLTZ, 2013). Os danos mecânicos imediatos apresentam tegumentos quebrados ou cotilédones separados, enquanto os latentes não são visualizados facilmente, os danos são microscópicos, com injúrias internas no embrião. As partes embrionárias da semente de soja são compostas de um tegumento pouco espesso, o qual lhe confere pouca proteção contra choques e abrasões que se verificam na colheita mecânica, que comprometem, na maioria das vezes, a qualidade fisiológica da semente (CASSIA, et al., 2015).

Tendo em vista a importância de se obter sementes de soja com qualidade elevada, este trabalho busca compreender se há influência de teores de água de semente e da regulagem de uma colhedora (Cilindro trilhador) sobre a qualidade das sementes colhidas.

3.3 Material e Métodos

3.3.1 Delineamento experimental e procedimentos de colheita

O experimento para avaliação de qualidade de sementes de soja colhidas em diferentes teores de água da semente e rotações do cilindro foi estabelecido na safra 2017/2018 na área experimental da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo (FAMV/UPF), latitude 28° 15' 46" S, longitude 52° 24' 24" W e altitude de 684 m. O solo é classificado como Latossolo Vermelho distrófico húmico (STRECK et al., 2008) e o clima é descrito como subtropical úmido (Cfa), com precipitação pluvial total de 1.787 mm e temperatura média do mês mais quente superior a 22 °C.

As parcelas foram constituídas por 50 metros de comprimento e 7 metros de largura (unidade experimental), com dez metros entre os blocos num total de 16.400m². A cultivar utilizada foi a BMX Turbo RR® da empresa Brasmax Genética em lavoura de produção de grão, semeada em 15/11/2018 com uma população de 300 mil plantas/ha, espaçamento entre linhas de 0,45 metros e 15 sementes por metro. A área não sofreu rouging, na implantação da cultura houve aplicação de herbicida (glifosato 2L/ha) para plantas daninhas e no decorrer do desenvolvimento da cultura foram aplicados cinco tratamentos de inseticida. Os tratamentos foram distribuídos em delineamento de blocos ao acaso, com três repetições, em esquema bifatorial (três teores de água *versus* quatro rotações do cilindro trilhador), conforme descrição de processo de colheita, a seguir.

A colhedora utilizada foi uma Massey Ferguson 32 SR (Figura 1), de 200 cavalos de potência de motor, equipada com sistema de trilha e separação híbridos. Esse sistema apresenta características de sistema tangencial (convencional) e de sistema axial. O mecanismo de trilha corresponde ao sistema tangencial, no qual a cultura passa tangenciando o cilindro de trilha e o côncavo, resultando no processo de trilha, e após o cilindro batedor auxilia na distribuição homogênea de grãos e de palhada nos rotores.

Figura 1. Colhedora Massey Ferguson 32 SR utilizada na colheita de soja no experimento “Qualidade física e fisiológica de sementes de soja em função de teor de água da semente e rotações do cilindro na colheita”



A colheita de semente foi realizada em duas datas distintas, a primeira em 06/04/2018 no estágio de maturação plena (R9) e a semente com teor de água (TA) de 15%. As amostras de sementes utilizadas para os testes foram coletadas diretamente na

rosca sem fim que abastece o tanque graneleiro da colhedora, depois de estabilizada a alimentação do tanque para cada condição testada. Foram retiradas três subamostras que deram origem a uma amostra média de cada unidade experimental (UE). Logo após a colheita, parte da massa de semente (50%) foi separada e submetida à secagem, até atingir o TA de 12%, que foi denominado TA 15-12% (secagem realizada por 24 horas a 40° C em ar forçado). A partir da data citada a cultura foi monitorada diariamente até que o TA reduziu naturalmente a 12%, o que ocorreu em 12/04/2018, data da segunda colheita.

Assim, os tratamentos foram três teores de água (TA) da semente (15, 15-12% e 12% e) e quatro rotações do cilindro trilhador (RCT) (450, 600, 750 e 900 rpm). A RCT de 600rpm foi considerada a regulagem de referência (testemunha), de acordo com o manual de recomendação da colhedora. O Croqui da área experimental está apresentado no Anexo 1.

Foram coletadas amostras de 5 kg (amostra média) para cada condição testada, com três repetições e após cada coleta as sementes foram armazenadas em sacos de papel (multifolhado), acondicionados em condição ambiente em uma sala de armazenamento do LAS, com monitoramento de temperatura e umidade relativa do ar, para posterior análise.

3.3.2 Coleta de dados

Para avaliação de atributos físicos e fisiológicos de qualidade de sementes foram conduzidos diversos testes, a partir de cada amostra média armazenada, como segue:

Pureza: foi retirado 1,0 kg para a amostra de trabalho, a qual foi separada em três componentes: sementes puras, sementes quebradas outras sementes e material inerte, em percentagem por peso, conforme descrito na RAS (BRASIL, 2009).

Hipoclorito de sódio: foram utilizadas quatro subamostras de 50 sementes, oriundas das sementes puras do teste de pureza, colocadas em copos plásticos, no qual foi adicionada

à solução de NaOCl (5,25%) até imergir completamente as sementes; após 10 minutos a solução foi descartada com o auxílio de uma peneira, espalhadas em papel toalha e quantificadas as sementes que embeberam a solução (KRZYZANOWSKI; FRANÇA NETO; COSTA, 2004).

Germinação: foram utilizadas quatro subamostras de 50 sementes puras, tendo como substrato três folhas de papel da marca Germitest, umedecidas com água destilada em quantidade equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco. As sementes acondicionadas no papel foram incubadas em câmara de germinação (tipo Mageldorf) com temperatura de 25°C por oito dias. Ao final do teste as plântulas foram classificadas em plântulas normais, anormais, duras e mortas, conforme descrito nas Regras para Análise de Sementes (RAS) (BRASIL, 2009).

Teste de comprimento de plântula: foram utilizadas quatro subamostras de 20 sementes, colocadas para germinar nas mesmas condições do teste de germinação. Os rolos formados foram mantidos no germinador regulado em temperatura de 25°C por oito dias, nas mesmas condições descritas no teste de germinação. Para a avaliação de comprimento de raiz e de parte aérea, foram avaliadas quatro repetições de dez plântulas para cada tratamento, escolhidas de forma aleatória, as quais foram medidas com o auxílio de uma régua graduada em centímetro (cm).

Matéria seca de plântulas: após a medição de comprimento de plântulas essas foram mantidas em estufa (TECNAL) a 65°C, até atingir peso constante. Após foi realizada a pesagem de dez plântulas, em balança analítica de precisão de 0,001g (Maste); os resultados médios foram expressos em miligrama por plântula (mg/planta).

Primeira contagem de germinação: foi realizada conjuntamente com o teste de germinação (BRASIL, 2009), computando-se a percentagem de plântulas normais presentes no quinto dia após o início do teste.

Envelhecimento acelerado (EA): foram utilizadas duas subamostras de 50 sementes puras, distribuídas sobre bandejas de tela de aço, fixadas no interior de caixas plásticas

tipo gerbox. Em seguida, foram adicionados 40 mL de água deionizada no fundo das bandejas e essas transferidas a um germinador (Full Gauge), e mantidas em temperatura de 42 °C+/-2 e cerca de 100% de umidade relativa, por 48 horas (KRZYZANOWSKI; VIEIRA; FRANÇA NETO, 1999). Posteriormente, foi realizado o teste de germinação com avaliação ao oitavo dia após a semeadura, conforme descrito na RAS (BRASIL, 2009).

Condutividade elétrica: foram utilizadas três subamostras de 33 sementes. Após a pesagem, as sementes foram colocadas, para embeber, em bandejas nas quais cada uma foi alojada em uma cerda com oito mL de água deionizada e mantidas por 24 horas a temperatura de 25°C. Ao término do período, a condutividade elétrica da solução foi determinada em condutivímetro (SAD 9000-D), o qual realiza a leitura de condutividade de cada sementes, sendo gerada uma média de 99 sementes, com os resultados expressos em $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ de semente (KRZYZANOWSKI et al., 1999).

Teste de tetrazólio: Foram utilizadas duas subamostras de 50 sementes. Primeiramente as sementes foram acondicionadas em papel de germinação umedecido e mantidas por um período de 16 horas em temperatura de 25°C. Após este pré-condicionamento, as sementes foram colocadas em copos de plástico, sendo submersas totalmente na solução (0,075%) de cloreto de 2,3,5 trifenil tetrazólio. As sementes permaneceram assim em temperatura de 35°C a 40°C por aproximadamente três horas, no escuro. Após, as sementes foram seccionadas longitudinalmente através do centro de seu eixo embrionário, com o auxílio de uma lâmina; em seguida a solução foi retirada e a semente foi avaliada individualmente, computando-se sua viabilidade - número de sementes com potencial germinativo, àquelas incluídas nas classes 1 a 5, como potencialmente vigorosas, aquelas incluídas nas classes 1 a 3, com presença de danos mecânicos, aquelas incluídas nas classes de 1 a 8 (FRANÇA NETO et al., 1988).

3.3.3 Análise de dados

Os dados coletados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e quando observado diferença significativa, foi efetuado o teste de tukey para comparação de médias ($p = 0,05$), quando verificada a interação entre fatores a regressão também foi realizada com o auxílio do software WinStat®.

3.4 Resultados e Discussão

O resumo da análise de variância de dados obtidos indicou interação significativa entre teor de água (TA) e rotações de cilindro trilhador (RCT) para percentagem semente pura (SP) e de semente quebrada (SQ) (%), condutividade elétrica (CE) ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$) e massa seca total (MST) (mg). Variaram significativamente quanto aos teores de água de semente, o vigor (V-TZ), viabilidade e danos mecânicos 1-8 pelo teste de tetrazólio (respectivamente VIA-TZ e DM -TZ), dano mecânico por hipoclorito (H) e comprimento de raiz (CR). Danos mecânicos por teste de tetrazólio 1-8 (DM-TZ) e por hipoclorito (H) (%) variaram significativa com (RCT) (rpm).

Tabela 1 – Resumo da análise de variância de dados obtidos em testes de qualidade física e fisiológica de sementes de soja logo após a colheita, em função de teores de água (TA) (15; 12 e 15-12%¹) e rotações do cilindro trilhador (RCT) (450, 600, 750 e 900 rpm). Passo Fundo – 2019

F.V	G L	Quadrado Médio							
		SP (%)	SQ (%)	PCG (%)	G (%)	AN (%)	M (%)	CPA (cm)	CR (cm)
TA	2	98,52*	96,77*	38,77	52,33	27,02	4,19	1,13	14,28*
RCT	3	3,55*	3,28*	14,74	12,55	12,00	0,11	0,14	1,79
BLOCO	2	0,36	0,19	22,02	22,75	13,36	1,44	0,18	0,94
RCT x TA	6	2,63*	2,59*	17,29	17,66	17,58	0,97	1,11	2,05
Resíduo	24	0,81	0,83	19,69	16,59	11,14	1,50	0,46	0,93
CV (%)		0,94	18,96	5,31	4,70	30,05	51,35	10,36	10,17

F.V	G L	Quadrado Médio						
		MST (mg)	EA (%)	CE (μ S)	VIA- TZ (%)	V- TZ (%)	DM- TZ (%)	H (%)
TA	2	6,19	76,86	14390,1*	77,58*	138,25*	20,52*	100,33*
RCT	3	18,18	62,25	3415,2*	9,96	57,07	14,62*	103,85*
BLOCO	2	17,02	59,36	392,6*	6,58	50,08	4,69	1,58
RCT x TA	6	36,37*	13,89	1074,4*	10,99	25,65	1,26	5,74
Resíduo	24	8,93	23,39	102,27	5,12	19,05	4,20	6,18
CV (%)		2,53	5,67	7,49	2,47	5,22	24,45	15,87

Nota: ¹secagem da semente de 15 para 12%. *Significativo a 5% de probabilidade. Sementes puras (SP), sementes quebradas (SQ), primeira contagem de germinação (PCG), germinação (G) (plântulas normais), plântulas anormais (AN), sementes mortas (M); vigor por teste de envelhecimento acelerado (EA), por condutividade elétrica (CE), viabilidade pelo teste de tetrazólio (VIA-TZ), vigor pelo teste de tetrazólio (V-TZ), danos mecânicos pelo teste de tetrazólio 1-8 (DM-TZ), hipoclorito (H), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR), massa seca total (MST).

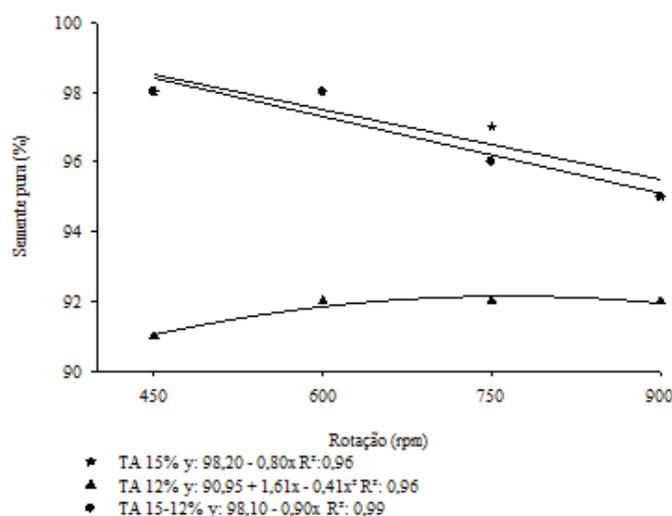
Fonte: Dados da autora.

Entre os testes mais importantes para avaliar a qualidade física de semente estão o de pureza física que tem como objetivo determinar três componentes: semente pura, outras sementes e material inerte.

Com o aumento de rotação de colheita houve decréscimo de semente pura (SP) no teor de água (TA) 15% e na semente que foi secada de 15 até 12% (TA 15-12); já no TA 12% ocorre o índice menor de SP, que variou de 91 a 93%. O TA menor de semente, aliado com rotações mais altas na colheita interferem de forma negativa no percentual de SP (Figura 2). Segundo a IN n° 45 referente os padrões para produção e comercialização de sementes de soja, a percentagem mínima de pureza de sementes colhidas em um campo de produção de sementes deve ser de 99,0%. Assim, a semente própria de lote de TA 15

e TA 15-12 não se enquadram no percentual mínimo para comercialização e poderiam ser rebeneficiadas caso fossem sementes comerciais.

Figura 2 - Semente pura (SP) (%) de semente de soja em função de teores de água (TA) (15, 12 e 15-12%) de semente e rotações do cilindro trilhador (RCT) (450,600,750 e 900 rpm), após a colheita. Passo Fundo – 2020

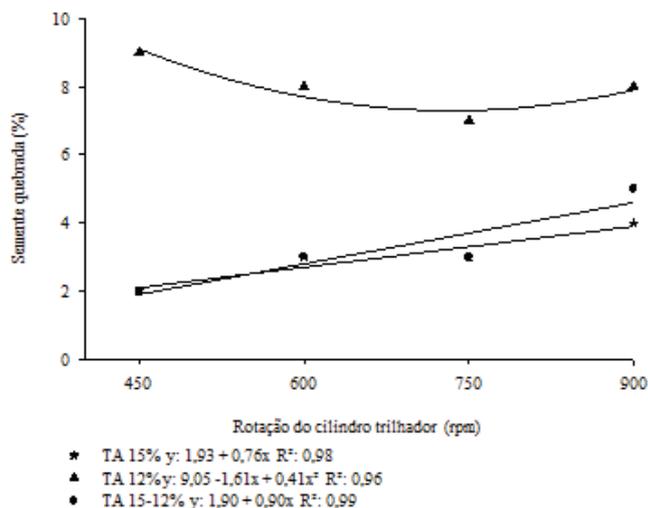


Fonte: Dados da autora.

Cassia et al. (2015) relatam comportamento similar para duas colhedoras em duas rotações de rotor, de 567 e 505rpm com a semente com TA de 15%. A pureza foi de 98% para ambas as máquinas o que corrobora com o presente trabalho no TA 15%, pois nas rotações de 450rpm e 600rpm a pureza foi de 98%.

Os resultados apresentados na figura 3 mostram que o percentual de sementes quebradas (SQ) foi afetado pelo TA da semente e a rotação do cilindro trilhador (RCT). O TA 12% apresentou o maior SQ, independentemente de RCT. O TA 15% e o TA 15-12% (secagem da semente) tiveram a mesma resposta. O TA da semente por ocasião de impacto de sistema de trilha é o fator que desempenha o papel mais importante na gravidade de dano mecânico sofrido pelas sementes. O trincamento aumenta à medida que o TA reduz de 13% e o dano por amassamento aumenta a partir de 18%. Em função disso o momento de colheita fica na dependência do TA da semente, tanto para mais quanto para menos danos (PESKE, LUCCA FILHO, BARROS, 2006, p. 77).

Figura 3. Sementes quebradas (SQ) (%) de soja em função de teores de água (TA) (15, 12 e 15-12%¹) de semente e rotações do cilindro trilhador (RCT) (450,600,750 e 900 rpm) para após a colheita. Passo Fundo – 2020



Fonte: Dados da autora.

No presente trabalho podemos observar que em rotações mais altas, o impacto de semente com a superfície de dispositivos da colhedora (sistema de corte, trilha e separação) ocasiona quebras ao longo da junção de cotilédones, denominadas comumente de “bandinhas”, e em função disso, aumenta o SQ. As perdas por quebras de sementes representaram de 2% a 9%, sendo as maiores no TA 12%. Em tecnologia de colheita aceita-se como razoável uma perda de 2 a 3% de produção (PESKE, LUCCA FILHO, BARROS, 2006, p. 100), neste trabalho as perdas na colheita com 12% de TA foram muito superiores.

Silva et al. (2013) ao realizarem a colheita com a semente contendo TA 16% e a RCT de 900rpm encontraram perdas relativamente semelhantes de 1,7% a 14,5%. Vieira; Silva; Vieira (2006), relataram que o aumento de rotação de 400 para 500 rpm proporcionou SQ maior, o que reforça os resultados encontrados neste trabalho.

A semente com qualquer tipo de dano, como por exemplo o tegumento rompido por impacto, está mais sujeita a deterioração no armazenamento. Além de danificação facilitar a deterioração, devido a alteração na “casca protetora” (tegumento) de semente,

constitui-se em uma porta de entrada para microrganismos, que podem acelerar o processo de deterioração (PESKE, LUCA FILHO, BARROS, 2006, p. 78).

O beneficiamento é um dos passos a serem seguidos para obtenção de lotes de semente de qualidade máxima, função direta de condições de produção, ou seja, somente obtém-se no campo. Contudo, a semente, depois de colhida, contém materiais indesejáveis que devem ser removidos a fim de facilitar o plantio, dentre esses podemos citar as sementes quebradas também conhecidas como “bandinhas”, já mencionadas. Vem daí a importância de beneficiamento para obtenção de sementes de qualidade mais alta. Nesse quesito torna-se de fundamental importância aliar TA e RCT - caso esses dois parâmetros não forem observados adequadamente o beneficiamento torna-se prática imprescindível para obter um lote adequado de sementes no final de todo o processo.

Em relação à qualidade fisiológica de semente, tanto para TA de colheita quanto para RCT, considerados isoladamente, não foram observadas diferenças significativas nos testes de germinação (%) (germinação-plântulas normais e anormais, e semente morta); e nos testes de vigor primeira contagem (PCG), comprimento de parte aérea (CPA) e envelhecimento acelerado (EA) (Tabelas 2 e 3). No entanto, o comprimento de raiz (cm) foi menor quando a semente foi secada após a colheita, independente de RCT.

HARTMAN FILHO et al., (2016) avaliando o efeito da temperatura (40, 50, 60, 70 e 80°C) de secagem de sementes de soja, para posterior avaliação do crescimento de plântula concluíram que com o aumento da temperatura do ar de secagem a qualidade fisiológica de sementes de soja é afetada e este efeito é acentuado ao longo do tempo especialmente na variável crescimento de raiz, o que corrobora com os resultados do presente trabalho.

Silva et al. (2013), realizando a colheita da semente com TA de 16% e RCT de 900 rpm constataram que o vigor de sementes (primeira contagem de germinação e envelhecimento acelerado) não diferiu entre os três teores de água testados, o que reforça o observado neste trabalho, em que os tratamentos não afetaram o vigor de semente em

pós-colheita, ao menos quanto aos testes de avaliação aplicados em rotina em laboratórios de análise de semente.

Nas colhedoras o dano mecânico ocorre no momento em que se dá a trilha, por ocasião de separação de sementes da vagem. Os danos mecânicos resultam de impactos físicos durante a operação de colheita, trilha, e secagem. Os danos podem ser caracterizados por rachaduras, amassamentos e abrasões. Em se tratando de colheitadeira combinada (ceifa e trilha), a danificação ocorre, essencialmente, em consequência de impactos recebidos de cilindro trilhador e no momento em que a semente passa pelo côncavo (PESKE, LUCCA FILHO, BARROS, 2006, p. 77).

Tabela 2 – Testes de qualidade física e fisiológica de sementes de soja, em função de teores de água (TA) (15; 12 e 15-12%¹) de semente colhida no experimento “Qualidade física e fisiológica de sementes de soja em função de teor de água da semente e rotações do cilindro na colheita”. Passo Fundo – 2020

TA (%)	PCG (%)	G (%)	AN (%)	M (%)	CPA (Cm)	CR (Cm)	EA (%)	H (%)	VIA-TZ (%)	V-TZ (%)	DM-TZ (%)
15	82 ^{ns}	85 ^{ns}	13 ^{ns}	3 ^{ns}	6,21 ^{ns}	9,84 a	85 ^{ns}	13 b	93 a	85 a	8 ab
12	85	87	10	2	6,77	10,40 a	88	16 a	93 a	86 a	6 b
15 - 12	84	86	11	3	6,71	8,30 b	83	18 a	89 b	80 b	9 a
CV (%)	5,31	4,70	30,05	51,35	10,36	10,17	6,67	15,87	2,47	5,22	24,45

Nota: ¹: secagem da semente de 15 para 12%. *Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). Primeira contagem de germinação (PCG), germinação (G), plântulas anormais (AN), sementes mortas (M), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR), vigor por envelhecimento acelerado (EA), hipoclorito (H), viabilidade pelo teste de tetrazólio (VIA-TZ), vigor pelo teste de tetrazólio (V-TZ) e danos mecânicos pelo teste de tetrazólio 1-8 (DM-TZ) de soja logo após a colheita em função de teores de água (TA) (15%; 12%; 15-12%¹). Passo Fundo – 2019.

Fonte: Dados da autora.

Avaliando-se danos mecânicos pelo teste de hipoclorito (H) podemos observar que são nos teores de água (TA) 15-12 e 12%, na rotação do cilindro trilhador (RCT) de 900rpm, que ocorrem as maiores percentagens de danos na semente (Tabela 2). O teste de H é um teste prático que pode ser usado pelo próprio produtor para determinar rapidamente o percentual de dano mecânico (ruptura de tegumento) em sementes de soja, ocasionado na operação de colheita. Com os resultados de percentual de dano mecânico o produtor tem a autonomia de ajustar a regulagem de máquina para posterior colheita.

Em relação as variáveis viabilidade e vigor pelo teste de tetrazólio a secagem de sementes com TA 15 para TA 12% (TA 15-12%) afeta o vigor e viabilidade (Tabela 2) da semente; de outro modo, não foram afetadas por RCT (Tabela 3).

Para Paraginski et al. (2015) quando a secagem é realizada sem o devido cuidado, podem ocorrer impactos negativos sobre a qualidade fisiológica de sementes, o que pode afetar, de imediato a sua capacidade de germinar e o vigor.

Tabela 3 – Testes de qualidade física e fisiológica de sementes de soja, em função de rotações do cilindro trilhador (RCT) (450, 600, 750 e 900 rpm) de semente colhida no experimento “Qualidade física e fisiológica de sementes de soja em função de teor de água da semente e rotações do cilindro na colheita”. Passo Fundo – 2020

RCT (%)	PCG (%)	G (%)	AN (%)	M (%)	CPA (Cm)	CR (Cm)	EA (%)	H (%)	VIA-TZ (%)	V-TZ (%)	DM-TZ (%)
450	85 ^{ns}	88 ^{ns}	9 ^{ns}	2 ^{ns}	6,58 ^{ns}	9,94 ^{ns}	87 ^{ns}	12 c	93 ^{ns}	86 ^{ns}	7 b
600	83	86	12	2	6,46	9,82	87	15 bc	91	85	8 ab
750	83	86	11	2	6,47	9,31	82	16 b	91	83	8 ab
900	83	86	11	3	6,74	8,98	87	20 a	91	80	10 a
CV (%)	5,31	4,70	30,05	51,35	10,36	10,17	6,67	15,87	2,47	5,22	24,45

Nota: *Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Primeira contagem de germinação (PCG), germinação (G), plântulas anormais (AN), sementes mortas (M), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR), vigor por envelhecimento acelerado (EA), hipoclorito (H), viabilidade pelo teste de tetrazólio (VIA-TZ), vigor pelo teste de tetrazólio (V-TZ) e danos mecânicos pelo teste de tetrazólio 1-8 (DM-TZ) de soja logo após a colheita em função de rotações do cilindro trilhador (RCT) (450, 600, 750 e 900 rpm). Passo Fundo – 2019.

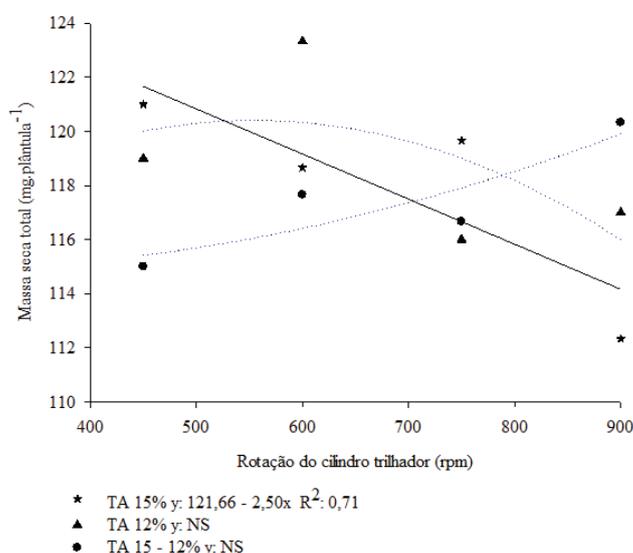
Como já foi mencionado, a secagem da semente teor de água (TA) (15-12%), que havia sido colhida na rotação do cilindro trilhador (RCT) 900rpm, foi a causa de percentagem maior de dano mecânico (DM-TZ) (Tabelas 2 e 3). As porcentagens de danos mecânicos nas classes 6 a 8 indicam aqueles que levaram a perda de viabilidade de semente. A semente de soja é muito sensível aos impactos mecânicos. Com o tegumento pouco espesso, partes do embrião que estão situadas sobre ele, como a raiz primária, o hipocótilo e a plúmula ficam praticamente desprotegidos (CARVALHO; NOVEMBRE 2012). Respectivamente TA e RCT demonstraram diferença de 3% referente aos danos mecânicos sendo que a rotação de 900 rpm foi qual apresentou maior presença de danos.

Outro componente de vigor, a matéria seca (MS) de plântula não variou significativamente com os TA 15-12 e 12% (Figura 4). De outro modo, no TA 15%

podemos observar uma resposta decrescente de MS, a partir de 450 rpm, atingindo os valores menores em 900 rpm.

Neste viés, a semente colhida e armazenada com TA 15%, apresentou plântula com MS maior quando comparada com os TAs 15-12 e 12, no entanto diminuiu significativamente com o aumento da RCT. O teor de água da semente parece ter, nesta situação, uma influência sobre a MS de semente em rotações mais altas.

Figura 4. Massa seca (MS) (mg/pl) de plântula de soja em função de teores de água (TA) (15%; 12%; 15-12%¹) e rotações do cilindro trilhador (RCT) (450, 600, 750 e 900 rpm). Passo Fundo – 2020



Fonte: Dados da autora.

De acordo com Krzyzanowski et al. (1999) a determinação do peso de matéria seca de plântula é uma maneira de avaliar o seu crescimento, com certa precisão determina a transferência de matéria seca de tecidos de reserva da semente para o eixo embrionário, assim, as amostras que apresentam valores maiores de pesos médios, de matéria seca de plântulas normais, são consideradas mais vigorosas.

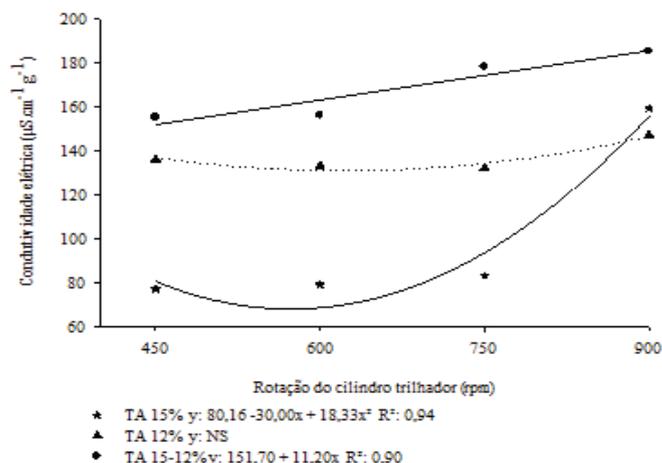
Por fim, a condutividade elétrica (CE) de sementes variou em função de TA e RCT, sendo menor, de maneira geral, em 450 rpm e maior em 900 rpm (Figura 5). A colheita no TA de 15% apresentou valores menores de CE. Em sequência aparece o TA 12% com liberação intermediária de eletrólitos e por fim o TA 15-12% apresentando os

valores maiores de lixiviação de solutos. O que podemos observar é que a secagem interferiu novamente, de forma negativa, no vigor de sementes, supostamente fazendo com que ocorresse uma desordem de membranas e, conseqüentemente, aumento de lixiviação de eletrólitos.

Sabe-se que a CE baseia-se na integridade do sistema de membranas celulares e tem relação com o vigor da semente. Quando colocadas para embeber em água, a semente exsuda íons, açúcares e metabólitos, especialmente no início do processo de embebição, em vista de alteração da integridade de suas membranas celulares. Contudo, com o passar do tempo de embebição, ocorre o processo de reorganização dessas estruturas. Em sementes deterioradas “esse mecanismo e também a velocidade de reorganização de membranas pode estar ausente ou é ineficiente ocorrendo a lixiviação de quantidade maior de eletrólitos” (PESKE, LUCCA FILHO, BARROS, 2006, p. 242).

Silva et al., (2013) relataram efeitos deletérios no processo de secagem de sementes de soja, pois constataram que em temperaturas de secagem maiores que 40° C conduziram a danos celulares, tais como desordem de membrana e lixiviação de solutos, principalmente na região do eixo embrionário, prejudicial para o desenvolvimento de plântulas e deste modo com efeitos sobre a germinação e vigor.

Figura 5. Condutividade elétrica (deterioração) de semente de soja em função de teores de água (TA) (15, 12 e 15-12%) e rotações do cilindro trilhador (RCT) (450,600,750 e 900 rpm) logo após a colheita. Passo Fundo – 2020



Fonte: Dados da autora.

Neste cenário a colheita é a etapa de extrema importância, pois é ela quem vai ser o retorno de todo o investimento que foi realizado durante a safra. Por isso os teores de água aliados a uma boa regulação da máquina são fatores que irão determinar a qualidade da semente.

3.5 Conclusões

Maiores percentuais de sementes quebradas são encontrados na colheita com teor de água de 12% na rotação do cilindro trilhador de 900rpm.

O teor de água e rotação do cilindro trilhador não afetam a germinação e o vigor de sementes avaliados pelos testes de primeira contagem de germinação, comprimento de parte aérea e envelhecimento acelerado.

A secagem de sementes com teor de água de 15% afeta a viabilidade e o vigor de semente.

O teste de hipoclorito demonstrou que o TA de 12% combinado com a colheita de 900rpm ocasionou maiores danos imediatos a semente. O mesmo ocorreu na avaliação de danos mecânicos pelo teste de tetrazólio onde a maior rotação do cilindro trilhador de 900rpm demonstrou maiores valores de dano.

4 CAPÍTULO II

Qualidade de sementes de soja em função de rotações de cilindro trilhador e teores de água da semente no armazenamento e no estabelecimento de plantas em campo.

4.1 Resumo

O trabalho teve como objetivo geral avaliar se há alterações importantes na qualidade de sementes de soja BMX Turbo RR® colhidas em 2018 com diferentes teores de água (TA) (15 e 12%) de semente e rotações de cilindro trilhador (RCT) (450, 600, 750 e 900rpm). A colheita foi realizada em duas etapas, a primeira quando a semente estava com TA 15% e a segunda quando atingiu TA 12%. Parte das sementes colhidas com TA 15% foi submetida à secagem até 12% (TA 15-12%). O delineamento experimental foi de blocos casualizados, em esquema bifatorial (três TA e quatro RCT), com três repetições. A qualidade fisiológica de sementes colhidas foi avaliada, pelos testes de germinação e de vigor, aos 90 e 180 dias de armazenamento. Após o plantio, as sementes foram avaliadas quanto ao seu estabelecimento de plantas em campo, por meio de cálculo de índice de velocidade de emergência e velocidade de emergência; e ao final de ciclo, para produtividade e peso de mil sementes. No armazenamento, a semente colhida com TA 12% foi a que apresentou a maior qualidade fisiológica, já as RCT de colheita não afetaram a germinação de sementes. Os teores de água de semente e rotações de cilindro trilhador na colheita não afetam o estabelecimento de plantas e a produtividade de soja na safra seguinte.

Palavras-chave: 1. Germinação. 2. *Glycine max*. 3. Vigor. 4. Pós-colheita. 5. Fungos.

4.2 Introdução

A soja, *Glycine max* (L.) Merrill, é uma cultura de importância mundial amplamente utilizada tanto na alimentação animal como na alimentação humana. É uma alternativa excelente para atender a produção e comercialização de alimentos a armazenagem de produtos agrícolas (CASSIA et al., 2015).

Para um armazenamento eficiente, não só uma boa qualidade inicial faz-se necessária, as sementes precisam ter passado por condições de secagem que evitem perdas de qualidade fisiológica e só então podem seguir para um armazenamento em condições

ideais, tais como temperaturas inferiores a 20° C e umidade relativa abaixo de 60% (HARTMANN FILHO et al., 2016).

A qualidade de sementes é fator primordial para o estabelecimento de plantas nas lavouras e para a obtenção de potencial alto de produção. O armazenamento é uma etapa fundamental que pode ajudar na manutenção de qualidade fisiológica de semente sendo também um método pelo qual pode-se preservar a viabilidade de sementes e manter seu vigor, até a semeadura futura (HOLTZ; REIS 2013).

O “armazenamento” de sementes se inicia no momento em que a sua maturidade fisiológica é atingida no campo, é nesta fase a maior qualidade de semente. Dependendo de condições de manejo e ambiente pode ocorrer redução de qualidade fisiológica da semente, justamente pela ativação do fenômeno de deterioração. Sendo que este processo é irreversível (SMANIOTTO et al., 2014).

A semente é higroscópica, portanto seu teor de água fica em equilíbrio com a umidade relativa de ar, variando de acordo com oscilações dela e do ambiente de armazenamento. Para as condições de armazenamento do Brasil, pode-se sugerir que o conteúdo de água de semente seja mantido na faixa de 12% (MARCONDES; MIGLIORANZA; FONSECA, 2010).

Carvalho e Novembre (2012) ao testar duas cultivares de soja (FTS Águia e Embrapa 48), em três teores de água (18, 15 e 12%) em colheita manual e mecânica (510rpm) concluíram que as regulagens testadas não afetam a emergência de plântulas.

Sabendo-se da importância de se obter sementes de soja com qualidade, o conhecimento de informações sobre o comportamento de sementes no armazenamento podem auxiliar na tomada de decisão sobre o manejo de condições de ambiente de armazenamento do produto com base na sua relação custo-benefício, decorrente de perdas possíveis de qualidade na estocagem (LOPES et al., 2011).

Neste contexto, o trabalho teve como objetivo geral avaliar se há alterações importantes na qualidade de sementes de soja, colhidas com diferentes teores de água e rotações de colheita, no armazenamento e após, no estabelecimento de plantas em campo e na produtividade na safra seguinte.

4.3 Material e Métodos

4.3.1 Delineamento experimental

No experimento, conduzido na safra 2018/2019, foram avaliados a qualidade fisiológica de sementes, ao longo do armazenamento, e após no estabelecimento de semente própria (Lei 10711/2003) de soja BMX Turbo RR® em campo, a qual foi colhida na safra 2017/2018 em diferentes teores de água (TA) (15 e 12%) e regulagens de cilindro trilhador (RCT) (450, 600, 750 e 900rpm) na colheita (capítulo 1). Os tratamentos foram distribuídos em delineamento de blocos ao acaso, com três repetições, em esquema bifatorial (três teores de água *versus* quatro rotações do cilindro trilhador), no experimento a campo.

A avaliação de qualidade fisiológica de semente foi realizada no laboratório de Análise de Sementes (LAS) (ISO NBR 17025), da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo (FAMV/UPF). Após a colheita de semente safra 2018/2019 essa foi armazenada com três teores de água (TA) 15, 12 e 15-12%, este último assim denominado pois parte da semente colhida com 15% foi, imediatamente após a colheita, submetida à secagem até 12%. Alguns dias (13 dias) após a secagem foram realizados testes iniciais de qualidade física e fisiológica de semente, os quais estão listados para maior entendimento no Quadro 1 (procedimentos descritos no capítulo 1).

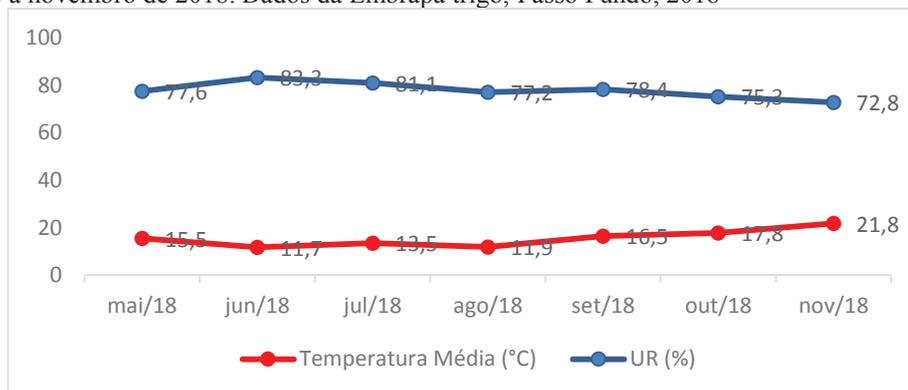
Quadro 1- Análises físicas e fisiológicas realizadas no período inicial de armazenamento de sementes de soja colhidas em função de teor de água (15, 12 e 15-12%) de semente e rotações de cilindro trilhador (450, 600, 750 e 900rpm). Passo Fundo, 2019

<p>Avaliações de qualidade física: Teste de pureza Teste de hipoclorito</p>
<p>Avaliações de qualidade fisiológica: Primeira contagem de germinação Germinação Comprimento de parte aérea e de raiz Massa seca total Envelhecimento acelerado Condutividade elétrica Viabilidade, vigor e danos mecânicos pelo teste de tetrazólio</p>

Fonte: Dados da autora.

A semente, acondicionada em sacos de papel (multifolhado) em condições de ambiente em uma sala de armazenamento do LAS, foi armazenada por um período de 180 dias, com monitoramento mensal de temperatura e umidade relativa do ar. Testes para avaliar a qualidade fisiológica da semente foram realizados em zero, 90 e 180 dias de armazenamento (Figura 6).

Figura 6. Gráfico de temperatura e umidade relativa do ar médias no município de Passo Fundo no período de maio a novembro de 2018. Dados da Embrapa trigo, Passo Fundo, 2018



Fonte: Embrapa Trigo (2018).

4.3.2 Coleta de dados

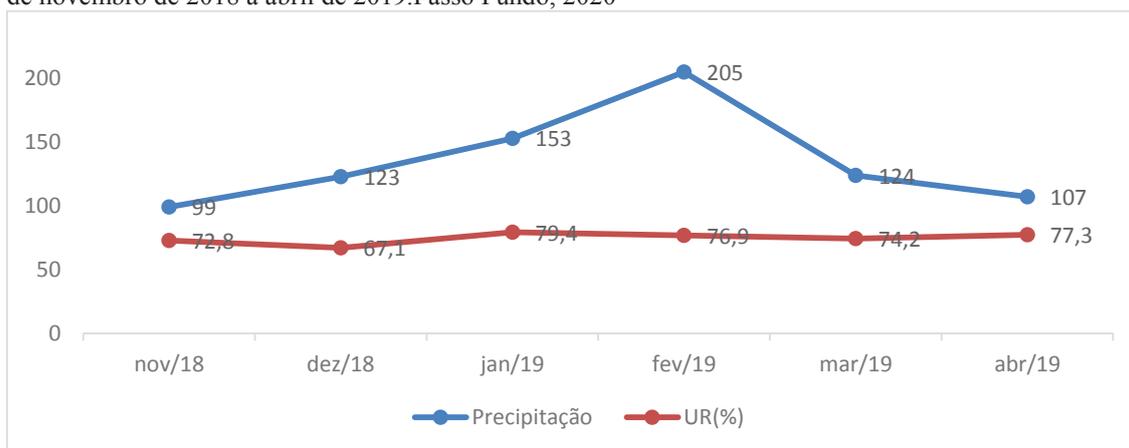
Para avaliação de qualidade fisiológica, a partir de cada amostra média (5 kg) armazenada, em três repetições (capítulo 1), foram conduzidas avaliações de germinação e envelhecimento acelerado de sementes, conforme metodologia descrita a seguir:

Teste de germinação: foram utilizadas quatro subamostras de 50 sementes, tendo como substrato três folhas de papel (Germitest), umedecidas com água destilada em quantidade equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco. As sementes foram mantidas em germinador (tipo Mangelsdorf) em temperatura de 25°C. As plântulas consideradas normais foram avaliadas após oito dias após a semeadura, conforme recomendações das Regras para Análise de Sementes (RAS) (BRASIL, 2009).

Teste de envelhecimento acelerado (EA): foram utilizadas duas subamostras de 50 sementes distribuídas sobre bandejas de tela de aço fixadas no interior de caixas plásticas tipo gerbox. Em seguida, foram adicionados 40 mL de água deionizada no fundo de bandejas e essas transferidas a um germinador, mantidas em temperatura de 42 °C+/-2 e cerca de 100% de umidade relativa, por 48 horas de exposição. Posteriormente foi realizado o teste de germinação, com a avaliação ao oitavo dia após semeadura (KRZYZANOWSKI; VIEIRA; FRANÇA NETO, 1999).

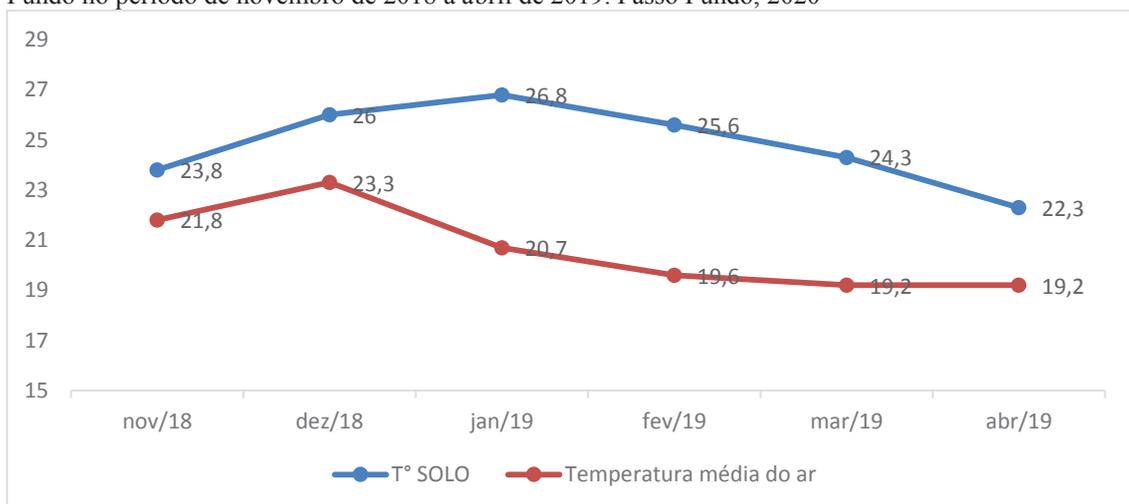
Após o período de armazenamento foi instalado um experimento para avaliação de estabelecimento de plantas em campo (safra 2018/2019). O experimento foi conduzido na área experimental da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo (FAMV/UPF) com latitude 28°15' 46" S, longitude 52° 24' 24" W e altitude de 684 m. O solo é classificado como Latossolo Vermelho distrófico húmico (STRECK et al., 2008). A temperatura do solo e temperatura média do ar estão apresentados na figura 8, conforme dados da EMBRAPA TRIGO, 2019. O clima é descrito como subtropical úmido (Cfa), com chuvas bem distribuídas durante o ano com precipitação pluvial total de 1.787 mm e temperatura média do mês mais quente superior a 22 °C. Dados de precipitação e umidade relativa do ar durante o experimento podem ser visualizados na figura 7.

Figura 7. Gráfico de precipitação e umidade relativa do ar (UR%) no município de Passo Fundo no período de novembro de 2018 a abril de 2019. Passo Fundo, 2020



Fonte: Embrapa trigo (2018-2019).

Figura 8. Gráfico de temperatura média (T°) de solo e temperatura média de ar no município de Passo Fundo no período de novembro de 2018 a abril de 2019. Passo Fundo, 2020



Fonte: Embrapa trigo (2018-2019).

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com três repetições, em esquema bifatorial, semente colhida em três teores de água e quatro rotações de cilindro trilhador, em três repetições. A parcela foi constituída de 5 metros de comprimento e 1,80 m de largura. A semeadura da cultivar BMX Turbo (própria) foi em 22/11/2018, com uma população de 300 mil plantas/ha, espaçamento entre linhas de 0,45 metros e 15 sementes por metro. Conforme informado inicialmente, a semente ficou armazenada em condições ambiente por um período de 180 dias.

Índice de velocidade de emergência: é baseado no princípio de que os lotes de sementes que possuem a maior velocidade de emergência, possuem a capacidade de serem mais vigorosos. Então o teste foi conduzido conjuntamente com o teste de emergência no campo em cada unidade experimental por contagens diárias sempre no mesmo horário até obter número constante de plântulas emergidas. O fórmula utilizada foi a proposta por Popinigis (1977), sendo:

$$IVE = \frac{E1}{N1} + \frac{E2}{N2} + \dots + \frac{En}{Nn}$$

Em que: IVE - índice de velocidade de emergência; E - número de plântulas computadas nas contagens; N- número de dias da semeadura à 1ª, 2ª ... enésima avaliação.

Peso de mil sementes: foi mensurado por meio de pesagem de oito repetições de 100 sementes, conforme as regras para análise de sementes (BRASIL, 2009). A média de oito pesagens foi multiplicada por dez para obtenção da massa de mil grãos

Produtividade: no final do ciclo da cultura, no estágio de maturação plena (R9) e teor de água de grãos próximo de 13% a colheita foi realizada, a qual foi realizada em uma área de 9m², dentro da área útil de parcelas. As plantas foram submetidas à colheita e trilha em colhedora de parcelas, em que os grãos foram separados da palha; posteriormente foi realizada a pesagem total de grãos por parcela. Com esses dados foi estimada a produtividade em Kg/ha.

4.3.3 Análise de dados

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância com comparação de médias pelo teste de tukey ($p = 0,05$), juntamente com análise de regressão com o auxílio do software WinStat®.

4.4 Resultados e Discussão

A análise de dados de qualidade fisiológica de sementes de soja logo após a colheita (2018/2019) e ao longo do armazenamento mostrou que a germinação variou, isoladamente, tanto com o teor de água da semente quanto com o período de armazenamento foram significativos isoladamente. A germinação (G) inicial da semente e ao longo de armazenamento variou tanto com o TA quanto com o PA (0, 90 e 180 dias) isoladamente

Ocorreu interação significativa entre teores de água (TA) e períodos de armazenamento (PA) quanto ao vigor pelo teste de envelhecimento acelerado (EA) (Tabela 4).

Tabela 4 – Resumo da análise de variância de testes de qualidade fisiológica de semente de soja em função de teores de água (TA) (15; 12 e 15-12%¹) e rotações do cilindro trilhador (RCT) (450,600,750 e 900 rpm), e período de armazenamento (PA) (0, 90 e 180 dias). Passo Fundo – 2020

F.V	GL	Quadrado Médio	
		G (%)	EA (%)
TA	2	72,25*	271,19*
RCT	3	20,66	24,81
PA	2	677,37*	186,19*
BLOCO	2	4,06	15,52
TA x RCT	6	9,37	8,78
RCT x PA	6	4,29	25,97
TA x PA	4	21,28	39,26*
RCT x TA x PA	12	11,97	19,93
Resíduo	72	9,89	13,69
CV (%)		3,54	4,22

Nota:¹secagem da semente de 15 para 12%.

*Significativo pelo teste de Tukey (5%). Germinação (G), vigor por envelhecimento acelerado (EA).

Fonte: Dados da autora.

O maior percentual de G (90%) pode ser observado no TA 12%. Também é possível observar que a G não variou significativamente entre as RCT. De acordo com Smaniotto et al., (2014), o teor de água inicial influencia da qualidade das sementes de soja durante o armazenamento sendo que sementes armazenadas com teores de água elevados (14%) apresentam maior perda de qualidade ao longo do armazenamento.

Ao comparar os períodos de armazenamento (0, 90 e 180 dias) a maior germinação ocorreu aos 180 dias de armazenamento (Tabela 5). A incidência maior de fungos patogênicos, por exemplo *Fusarium graminearum*, no início de armazenamento, pode ser atribuída a perda de viabilidade desses poderia ser a causa de aumento de germinação ao longo do armazenamento, o que poderia ser a causa de aumento da germinação.

Neto, Reis e Casa (2007) avaliando a incidência natural inicial de *F. graminearum* em sementes de trigo, observaram que no início do armazenamento a viabilidade do fungo era de 29,8%, considerada como viabilidade de 100%. Dados de viabilidade em função do tempo mostraram que aos dez meses a incidência foi para 0,5% e chegou a zero aos 12 meses de armazenamento. Os autores relatam que aos seis meses de armazenamento, quantificaram 12,5% de incidência do fungo nas sementes.

De acordo com os resultados do presente trabalho, juntamente com os relatados por Neto, Reis e Casa (2007) é de fundamental importância avaliar a sanidade de sementes em relação à presença de *F. graminearum*, pouco tempo antes da semeadura, a fim de decidir-se pela necessidade ou não de tratamento de sementes com fungicida recomendado para o controle desse patógeno.

No período de armazenamento a temperatura e a umidade relativas médias ficaram, respectivamente, na faixa de 15°C e a 77%, consideradas relativamente pouco favoráveis à infestação por fungos de armazenamento, conforme pode ser observado na figura 6.

Autores como Peske; Lucca Filho; Barros (2006, p. 234) afirmam que a longevidade de sementes pode variar entre espécies e variedades de uma mesma espécie. Sementes mais vigorosas em condições idênticas de armazenamento ao final do período podem apresentar qualidade maior.

Tabela 5 – Germinação (G) (%) de semente de soja em função de teores de água (TA) (%) (15; 12 e 15-12%¹) de semente e rotações do cilindro trilhador (RCT) (450, 600, 750 e 900 rpm) da colhedora, e período de armazenamento (PA) (0, 90 e 180 dias) em condição ambiente em Passo Fundo – 2020

	TA			
	15 87 b	12 90 a	15-12 89 ab	
G%	RCT			
	450 90 a	600 89 a	750 88 a	900 89 a
	PA			
	0 84 c	90 90 b	180 92 a	
CV (%)	3,54			

Nota: ¹secagem da semente de 15 para 12%. *Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

Fonte: Dados da autora.

O resumo da análise de variância de dados de envelhecimento acelerado (EA) e emergência (E) indicou interação significativa entre os fatores teores de água (TA) e rotações de cilindro trilhador (RCT). Velocidade de emergência (VE), peso de mil

sementes (PMS) e produtividade (P) não variaram significativamente com a regulagem da colhedora.

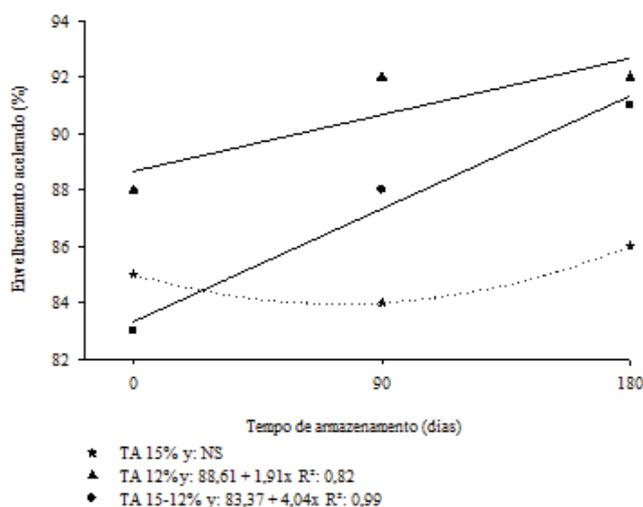
Tabela 6 – Resumo da análise de variância de testes de qualidade fisiológica e física de sementes de soja em função de teores de água (TA) (15, 12 e 15-12%¹) e rotações de cilindro trilhador (RCT) (450,600,750 e 900 rpm) aos 180 dias de armazenamento, em condição ambiente em Passo Fundo – 2019. Passo Fundo, 2020

F.V	GL	Quadrado Médio						
		G (%)	EA (%)	IVE	VE (%)	E (%)	PMS (g)	P (Kg)
TA	2	2,52	115,11*	2,06	0,18	28,32	10,92	2153,02
RCT	3	6,85	2,39	0,79	0,04	40,08*	21,29	2331,85
BLOCO	2	1,02	5,52	0,50	0,02	15,25	5,09	10479,27
TA x RCT	6	10,49	25,92*	0,46	0,02	39,49*	34,78	2257,67
Resíduo	24	7,17	8,52	0,86	0,13	11,55	24,82	8302,84
CV (%)		2,90	3,25	14,24	14,55	4,15	2,45	1,63

Nota: ¹secagem de semente de 15 para 12%. *Significativo a 5% de probabilidade. Germinação (G); vigor por envelhecimento acelerado (EA), índice de velocidade de emergência (IVE), velocidade de emergência (VE), emergência (E), peso de mil sementes (PMS) e produtividade final (P) (Kg ha⁻¹) com 13% de teor de água .

O vigor (envelhecimento acelerado) de semente no teor de água (TA) 15% não variou ao longo de 180 dias de armazenamento, apresentando 85 a 86%. De outro modo, o vigor da semente com TA 15-12% foi de 83% a 90% e de TA de 12% de 89% a 92%, respectivamente, aos 180 dias (Figura 9).

Figura 9 - Vigor de semente de soja (teste de envelhecimento acelerado, EA) (%) em função de teores de água (TA) (15, 12 e 15-12%¹) de semente e períodos de armazenamento (PA) (0, 90 e 180 dias). Passo Fundo – 2020



Fonte: Dados da autora.

Assim como observado na germinação o aumento de vigor de semente ao longo do período de armazenamento pode estar atribuído a perda de viabilidade de fungos patogênicos como *F. graminearum* entre outros, pois no início do armazenamento possuem altos índices de viabilidade que com o passar do tempo de armazenamento perde sua viabilidade e sua incidência aparece pouco ou nada. No entanto, pode-se observar que de modo distinto da semente com teor de água (TA) 15, que não variou com o armazenamento, o vigor de semente com TA 15-12% teve um aumento significativo de vigor do início ao final do período, mais marcante que o de semente com TA 12%. O efeito de secagem pode ter impactado mais o vigor inicial, devido a desorganização das membranas de semente TA 15-12%, porém parece ter sido favorável para sua recuperação até o final de armazenamento.

Quando avaliadas as variáveis germinação, índice de velocidade de emergência, velocidade de emergência, peso de mil sementes e produtividade em função de diferentes teores de água (TA) não foi possível identificar diferenças estatísticas (Tabela 7).

Tabela 7 – Parâmetros fisiológicos de sementes de soja em função de teores de água (TA) (15%; 12%; 15-12%¹) de semente na colheita, após o armazenamento (180 dias) em condição ambiente (G); estabelecimento de plantas (IVE e VE) e parâmetros físicos de colheita na safra seguinte (PMS e P) Passo Fundo – 2020

TA (%)	G (%)	IVE	VE (%)	PMS (g)	P (Kg)
15	92 ^{ns}	6,39 ^{ns}	2,64 ^{ns}	203,35 ^{ns}	5566,12 ^{ns}
12	93	7,00	2,41	203,52	5544,71
15 – 12	92	6,20	2,43	201,79	5569,36
CV (%)	2,90	14,24	14,55	2,45	1,63

Nota: ¹: secagem da semente de 15 para 12%. *Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Germinação (G); vigor por envelhecimento acelerado (E.A), índice de velocidade de emergência (IVE), velocidade de emergência (VE), emergência (E), peso de mil sementes (PMS) e produtividade final (P) (Kg/ha) com 13% umidade.

Fonte: Dados da autora.

As variáveis germinação, índice de velocidade de emergência, velocidade de emergência, peso de mil sementes e produtividade também não variaram com as RCT (Tabela 8). Vieira; Silva; Vieira (2006) testando combinações de velocidade de operação (3,5; 4,5 e 5,5 km/h) e rotações do cilindro de trilha (400 e 500 rpm) observaram que a combinação destas não afetou as variáveis vigor, bandinha, emergência em areia e índice de velocidade de germinação.

Tabela 8 – Parâmetros de qualidade fisiológica de sementes de soja em função de rotações do cilindro trilhador (RCT) (450,600,750 e 900 rpm) aos 180 dias de armazenamento em condição ambiente (G), no estabelecimento de plantas (IVE e VE); e parâmetros de qualidade física (PMS e P). Passo Fundo – 2020

RCT (rpm)	G (%)	IVE	VE (%)	PMS (g)	P (Kg)
450	92 ^{ns}	6,25 ^{ns}	2,58 ^{ns}	202,20 ^{ns}	5574,56 ^{ns}
600	93	6,30	2,46	204,07	5538,61
750	91	6,74	2,51	201,04	5569,97
900	93	6,83	2,42	204,23	5557,12
CV (%)	2,90	14,24	14,55	2,45	1,63

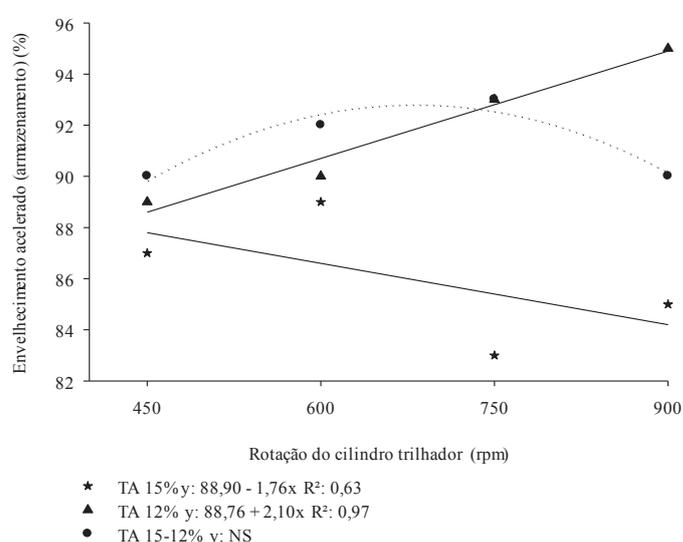
Nota: ¹: secagem da semente de 15 para 12%. *Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Germinação (G); vigor por envelhecimento acelerado (E.A), índice de velocidade de emergência (IVE), velocidade de emergência (VE), emergência (E), peso de mil sementes (PMS) e produtividade final (P) (Kg/ha) com 13% umidade.

Fonte: Dados da autora.

Os resultados apresentados na figura 10 ilustram a variação de vigor - envelhecimento acelerado (EA) de sementes de soja em resposta a teores de água e

rotações do cilindro trilhador aos 180 dias de armazenamento. O vigor teve comportamento distinto nos diferentes teores de água (TA) e rotações do cilindro trilhador (RCT). No TA de 15% ocorre o índice menor de vigor variando de 88 a 84% e essa queda foi gradativa, conforme aumentou-se a RCT, já no TA de 12% ocorre a percentagem maior de vigor, que variou de 89 a 94%. O vigor da semente com TA 15-12% não variou com a RCT (Figura 10).

Figura 10 – Interação significativa entre teores de água (TA) (15, 12 e 15-12%¹) e rotações do cilindro trilhador (RCT) (450,600,750 e 900 rpm) para vigor (envelhecimento acelerado) (%) aos 180 dias de armazenamento em condições ambiente. Passo Fundo – 2020



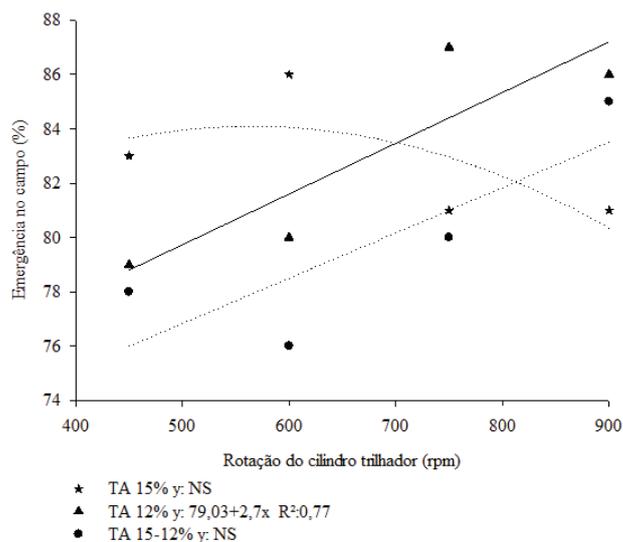
Fonte: Dados da autora.

Na figura 11 podemos observar os resultados de emergência em campo. Somente a semente colhida com TA de 12% variou em reposta as RCT, apresentando emergência de 85% com o aumento de RCT a 900 rpm. Então é possível inferir que mesmo após 180 dias de armazenamento a semente poderia ter um comportamento satisfatório no campo.

Carvalho; Novembre (2012) ao avaliar a qualidade de sementes submetidas colheita manual e mecânica (510 rpm) nos TA 18, 15 e 12% observaram que a variável emergência para as sementes de cultivares Embrapa 48 e FTS Águia apresentaram médias superiores às observadas no teste de germinação e não diferiram entre si estatisticamente.

No referido teste, verificou-se que a colheita manual, independente da cultivar utilizada, indicou valores na germinação das sementes entre 88% a 99%, acima do padrão mínimo de comercialização, de 80%.

Figura 11 – Emergência (E) (%) de plantas em campo em razão a teores de água (TA) (15, 12 e 15-12%) de sementes e rotações do cilindro trilhador (RCT) (450,600,750 e 900 rpm) após 180 dias de armazenamento em condições ambiente. Passo Fundo – 2020



Fonte: Dados da autora.

4.5 Conclusões

Após 180 dias de armazenamento, a semente colhida com teor de água de 15% e a de 15% secada até 12% não afetam o estabelecimento de plântulas (índice de velocidade de emergência de plântulas, velocidade de emergência de plântulas), o peso de mil sementes e a produtividade final; no entanto há reflexo negativo de rotações de cilindro trilhador na colheita de semente com teor de água de 12%.

Tanto a germinação como o vigor de semente podem aumentar com o armazenamento, em relação ao seu desempenho inicial.

A emergência (%) de plantas é afetada por rotações de cilindro trilhador na colheita de semente com teor de água 12%. Já o teores de água de semente e rotações de cilindro testados não afetam a germinação, índice de velocidade de emergência, velocidade de emergência, peso de mil sementes e produtividade na safra seguinte.

A colheita da semente com teor de água de 12% é benéfica à qualidade fisiológica de sementes de soja no armazenamento, em comparação a de teores de água de 15% e de 15% secada até 12%.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Devido a germinação ser influenciada ao longo do armazenamento, sugere-se pesquisas quanto a identificação e quantificação de *Fusarium graminearum* e de outros fungos. Além disso, em continuidade ao trabalho, propõem-se estudos para investigar a temperatura de secagem em conjunto com os teores de água e rotações do cilindro trilhador.

O trabalho confirma que primeira contagem de germinação, germinação, anormais, mortas, comprimento de parte aérea e envelhecimento acelerado não são influenciadas independente do teor de água e rotação do cilindro trilhador.

Ao final do armazenamento de 180 dias com semeadura a campo germinação, índice de velocidade de emergência, emergência, peso de mil sementes e produtividade tem um bom comportamento, sendo que teor de água e rotação do cilindro trilhador não interferem para o bom resultado destas variáveis.

6 CONCLUSÃO GERAL

Em conclusão, este estudo é primeiro a fornecer informações sobre rotações de colheita aliada com teores de água. Para uma investigação mais complexa a secagem da semente foi realizada para compreender os diferentes comportamento das sementes no armazenamento contendo diferentes teores de água. Para acompanhar a qualidade fisiológica das sementes testes foram realizados ao longo do armazenamento e para fechar um ciclo, ao final do armazenamento realizou-se a implantação do experimento a campo para concretizar o acompanhamento da qualidade das sementes na colheita, pós colheita, armazenamento e semeadura na safra seguinte. Em adição, torna-se necessário monitorar as condições ideais para secagem de sementes. Nos dias de hoje fazer apenas o básico tornou-se ultrapassado é necessário um esforço constante para compreender todas as reações que acontecem envolvendo a natureza.

REFERÊNCIAS

BARON, F. A.; CORASSA, G. M.; FIORESI, D.; SANTI, L. A.; MARTINI, R. T.; KULCZYNSKI, S.M. Physiological quality of soybean seeds under different yield environments and plant density. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, n. 22, p.237-242, 2018.

BRASIL, Ministério da Agricultura. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 395p.

CAMARGO, J. L. D.; SCHIEBELBEIN, L. M. Perdas na colheita mecanizada de milho em função da velocidade de deslocamento e rotação do cilindro. **Scientia Rural**, v. 20, n. 2, p. 110-124, 2011.

CARVALHO, T.D.; NOVENBRE, A. D. L.C. Qualidade de sementes de soja colhidas de forma manual e mecânica com diferentes teores de água. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 1, p. 155-166, 2012.

CASSIA, M.T.; VOLTARELLI, M. A.; SILVA, R. P.; ZERBATO, C.; LIMA, P. H. Monitoramento da operação de colheita mecanizada de sementes de soja. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, v. 19, n. 12, p. 1209-1214, 2015.

CUNHA, J. P. A. R.; OLIVEIRA, P.; SANTOS, C. M.; MION, R. L. Qualidade das sementes de soja após a colheita com dois tipos de colhedora e dois períodos de armazenamento. **Ciência Rural**, v.39, n.5, 2009.

FERREIRA, F. C.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E.; SOARES, V. N. Cooling of soybean seeds and physiological quality during storage. **Journal of Seed Science**, v. 39, n. 4, p. 385-392, 2017.

FRANÇA NETO, J. B.; PEREIRA, L. A. G.; COSTA, N. P.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A. **Metodologia do teste de tetrazólio em semente de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1988. 58p. (EMBRAPA-CNPSo. Documentos, 32).

FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A. **Qualidade fisiológica e sanitária de semente de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1984. 39p. (Circular Técnica, 9).

FRANDOLOSO, V.; MENEGHELLO, G. E.; CASTELLANOS, C. I. S. ; MARIA TILLMANN, M. A. A.; DEUNER, C. Physical and sanitary quality of soybean seeds

produced in the state of Santa Catarina. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 4, p. 2515-2526, 2015.

HARTMANN FILHO, C. P.; GONELI, A. L. D.; MASETTO, T. E.; MARTINS, E. A. S.; OBA, G. C. The effect of drying temperatures and storage of seeds on the growth of soybean seedlings. **Journal of Seed Science**, v. 38, n. 4, p. 287-295, 2016.

HOLTZ, V.; REIS, E. F. dos. Perdas na colheita mecanizada de soja: uma análise quantitativa e qualitativa. **Revista Ceres**, v. 60, n. 3, p. 347-353, 2013.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Brasil. **Estatística da Produção Agrícola**. Disponível em:<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/estProdAgr201108.pdf>. Acesso 05 out 2019.

KABEERE, F.; HILL, M.J., HAMPTON, J.G. Effect of maize seed storage conditions on the survival of *Fusarium* spp. **Seed Science & Technology**, Zurich, v.25, p.329-332, 1997.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B.; COSTA, N. P. **Teste de Hipoclorito de Sódio para sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 2004. 5p. (Circular Técnica, 37).

KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999, 218p.

LOPES, M.M.; PRADO, M. O. D.; SADER, R.; BARBOSA, R. M. Efeitos dos danos mecânicos e fisiológicos na colheita e beneficiamento de sementes de soja. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 2, p. 230-238, 2011.

MARCONDES, M.C.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, I. C. B. Qualidade de sementes de soja em função do horário de colheita e do sistema de trilha de fluxo radial e axial. **Engenharia Agrícola**, v.30, n.2, p.315-321, 2010.

MEENA, M. K.; CHETTI, M. B.; NAWALAGATTI, C. M. Seed quality behavior of Soybean (*Glycine max*) as influenced by different packaging materials and storage conditions. **Legume Research-an International Journal**, v. 40, n. 27, p. 1113-1118, 2016.

NETO, F. X. B. T.; REIS, E.M.; CASA, R.T. Viabilidade de *Fusarium graminearum* em sementes de trigo durante o armazenamento. **Summa Phytopathology**, v. 33, n. 4, p. 414-415, 2007.

NEVES, J. M. G.; OLIVEIRA, J. A.; SILVA, H.P.; REIS, R.G.E.; ZUCHI, J.; VIEIRA, A.R.; Quality of soybean seeds with high mechanical damageindex after processing and storage. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, p. 1025-1030, 2016.

PACHECO, F. P.; NÓBREGA, L. H. P.; LIMA, G. P.; SANTORUM, M.; BOLLER, W.; FORMIGHIERI, L. Physiological quality of soybean seeds under mechanical injuries caused by combines. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 4, p. 190–201, 2015.

PAIXÃO, C. S.S.; CHRISPIN, C. P.; SILVA, R. P.; GIRIO, L. A.S.; VOLTARELLI, M. A. Physical and physiological quality of soybean seeds at three speeds of the harvester. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.21, n. 6, p. 214-218, 2017.

PARAGINSKI, R.T.; ROCKENBACH, B.A.; SANTOS, R.F.; ELIAS, M.C.; OLIVEIRA, M. Qualidade de grãos de milho armazenados em diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.4, p.358-363, 2015.

PESKE, S.T.; LUCCA FILHO, O. A.; BARROS, A. C. S. A. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. Pelotas, 2006. 470p.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1977.

SCHEEREN, B. R.; TEICHERTPESKE, S.; SCHUCH, L. B.; BARROS, A. C. A. Qualidade fisiológica e produtividade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 32, n. 3 p. 35-41, 2010.

SILVA, R. P.; SILVA, B.M.; BARROZO, L. M.; SALUM, J. D.; ROSA, M. S.; GOMES, D. P. Perdas qualitativas na colheita mecanizada de sementes de soja. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 2, p. 477-484, 2013.

SMANIOTTO, T. A. S.; RESENDE, O.; MARÇAL, K. A. F.; OLIVEIRA, D. E. C. SIMON, G. A. Qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas em diferentes condições. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 18, n. 4, p. 446–453, 2014.

STRECK, E.V.; KAMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C.; GIASSON, E.; PINTO, L. F. S. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, Emater/RS, 2008.

TSUKAHARA, R.Y.; BATISTA FONSECA, I. C.; SILVA, M. A. A.; KOCHINSKI, E. G.; NETO, J. P.; SUYAMA, J. T. Produtividade de soja em consequência do atraso da colheita e de condições ambientais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 8, p. 905-915, 2016.

VERGARA, R. O.; GAZOLLA-NETO, A.; GADOTTI, G. I. Space distribution of soybean seed storage potential. **Revista Caatinga**, v. 32, n. 2, p. 399 – 410, 2019.

VIEIRA, B. G.T.L.; SILVA, R.P.; VIEIRA, R. D. Qualidade física e fisiológica de sementes de soja colhida com sistema de trilha axial sob diferentes velocidades de

operação e rotações do cilindro trilhador. **Engenharia Agrícola**, v.26, n.2, p.478-482, 2006.

ZUFFO, A. M.; ZUFFO Jr, J. M.; ZAMBIAZZI, E.V.; FÁBIO STEINER. Physiological and sanitary quality of soybean seeds harvested at different periods and submitted to storage. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 47, n. 11, p. 312-320, 2017.

ANEXOS

Anexo I – Croqui do experimento: “Qualidade física e fisiológica de sementes de soja em função de teor de água da semente e rotações de colheita”

TA 15% RCT 450	TA 15% RCT 600	TA 15% RCT 750	TA 15% RCT 900	TA 12% RCT 450	TA 12% RCT 600	TA 12% RCT 750	TA 12% RCT 900
-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

TA 12% RCT 900	TA 12% RCT 600	TA 12% RCT 750	TA 12% RCT 450	TA 15% RCT 900	TA 15% RCT 600	TA 15% RCT 450	TA 15% RCT 750
-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

TA 15% RCT 900	TA 15% RCT 450	TA 15% RCT 750	TA 15% RCT 600	TA 12% RCT 600	TA 12% RCT 750	TA 12% RCT 450	TA 12% RCT 900
-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------



PPGAgro

Programa de Pós-Graduação em Agronomia

Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - FAMV