

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ – CAMPUS CASCAVEL

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

PATRICIA FERREIRA DE ALBUQUERQUE

**DESEMPENHO FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE TRIGO SUBMETIDAS AO
RESFRIAMENTO COMO ETAPA DE PRÉ-SECAGEM**

CASCAVEL – PR

SETEMBRO – 2023

PATRICIA FERREIRA DE ALBUQUERQUE

**DESEMPENHO FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE TRIGO SUBMETIDAS AO
RESFRIAMENTO COMO ETAPA DE PRÉ-SECAGEM**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola, área de concentração: Sistemas Biológicos e Agroindustriais.

Orientadora: Prof. Dra. Silvia Renata Machado Coelho

Coorientador: Dr. Felipe Koch

CASCADEL – PR

SETEMBRO – 2023

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Albuquerque, Patricia Ferreira de
Desempenho fisiológico de sementes de trigo submetidas ao resfriamento como etapa de pré-secagem / Patricia Ferreira de Albuquerque; orientadora Silvia Renata Machado Coelho; coorientador Felipe Koch. -- Cascavel, 2023.
57 p.

Dissertação (Mestrado Acadêmico Campus de Cascavel) -- Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, 2023.

1. Temperatura. 2. Umidade. 3. Armazenamento. 4. Triticum aestivum. I. Coelho, Silvia Renata Machado, orient. II. Koch, Felipe, coorient. III. Título.



unioeste

Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Reitoria
CNPJ 78.680.337/0001-84
Rua Universitária, 1619, Jardim Universitário
Tel.: (45) 3220-3000 - Fax: (45) 3225-4590 - www.unioeste.br
CEP: 85819-110 - Cx. P.: 701
Cascavel - PARANÁ




PARANÁ
GOVERNO DO ESTADO

PATRICIA FERREIRA DE ALBUQUERQUE

DESEMPENHO FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE TRIGO SUBMETIDAS AO RESFRIAMENTO COMO ETAPA DE PRÉ-SECAGEM

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestra em Engenharia Agrícola, área de concentração Sistemas Biológicos e Agroindustriais, linha de pesquisa Tecnologias de Produção Vegetal e Pós-colheita, APROVADO(A) pela seguinte banca examinadora:

Documento assinado digitalmente
 **SILVIA RENATA MACHADO COELHO**
Data: 12/09/2023 17:05:41-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Orientador(a) - Silvia Renata Machado Coelho

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Cascavel (UNIOESTE)

Documento assinado digitalmente
 **DIVAIR CHRIST**
Data: 13/09/2023 10:56:36-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Divair Christ

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Cascavel (UNIOESTE)

MARIA DE FATIMA
ZORATO:46281169972
Assinado de forma digital por MARIA DE FATIMA ZORATO:46281169972
Dados: 2023.09.10 08:15:15 -03'00'

Maria de Fátima Zorato

MF Zorato - Treinamento e Desenvolvimento Profissional e de Gestão em Qualidade de Sementes - ME

Cascavel, 06 de setembro de 2023.

BIOGRAFIA

Patricia Ferreira de Albuquerque, natural de Guaraniaçu, PR, nascida no dia 21 de agosto de 1995.

Graduada em Agronomia pelo Centro Universitário Assis Gurgacz – FAG em dezembro de 2018.

Ingressou no Mestrado em Engenharia Agrícola em 2021, orientada pela Profa. Dra. Silvia Renata Machado Coelho e pelo coorientador Dr. Felipe Koch.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por tornar meus objetivos possíveis de serem realizados e dar suporte e força nesta caminhada;

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE e ao LACON por tornarem possível a realização desta pesquisa;

À Coopavel Cooperativa Agroindustrial de Cascavel, PR, juntamente com a Sementes Coopavel, pelo espaço e a disponibilidade de tempo;

À minha família, pelo apoio, incentivo, paciência e forças sempre para continuar em busca do melhor, e por estar comigo em todos os momentos;

À minha orientadora, Dra. Silvia Renata Machado Coelho, por toda a paciência, os ensinamentos e por acreditar no meu potencial para a realização deste trabalho;

Ao meu coorientador, Dr. Felipe Koch, por toda a ajuda, a paciência e os conhecimentos transmitidos;

Ao Dr. Divair, pelo apoio, o incentivo, a paciência e todos os conhecimentos transmitidos;

À professora Naimara, por toda a ajuda, o apoio e os conhecimentos transmitidos;

À Dra. Bianca Carraro, por acreditar em meu potencial e me incentivar a ingressar no mestrado;

À Dra. Elieges Carina Bertuzzi, pelo incentivo, o apoio e os conhecimentos transmitidos;

Ao Anderson Granville, pela oportunidade de estar realizando o mestrado, pelo apoio e a parceria;

Às amigas especiais nessa jornada, Eduarda Kuznik e Monica dos Anjos Rezende, que sempre estiveram ao meu lado, me apoiando, incentivando e dando forças para continuar;

Enfim, obrigada a todos que direta ou indiretamente contribuíram com este trabalho e com mais uma etapa em minha vida.

Obrigada.

DESEMPENHO FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE TRIGO SUBMETIDAS AO RESFRIAMENTO COMO ETAPA DE PRÉ-SECAGEM

Albuquerque, Patricia Ferreira de. Desempenho fisiológico de sementes de trigo submetidas ao resfriamento como etapa de pré-secagem. Orientadora: Silvia Renata Machado Coelho. Coorientador: Felipe Koch. 2023. 57f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, PR, 2023.

RESUMO

O trigo é a principal cultura de inverno no Brasil, com grande importância econômica e alimentícia. A produção de sementes para atender o mercado crescente é desafiadora devido aos fatores climáticos que interferem sobre a cultura. O resfriamento artificial pode ser uma alternativa para a conservação de sementes, pois na etapa inicial o uso de ar frio desacelera a atividade metabólica das sementes. Diante disso, o objetivo da pesquisa foi avaliar o desempenho fisiológico de sementes de trigo de duas cultivares em diferentes teores de água e temperatura, submetidas ao processo de resfriamento como etapa pré-secagem e armazenamento de curto prazo na UBS. O experimento foi organizado em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 5x3x2 (armazenamento, temperatura e teor de água) com 4 repetições. Os dados foram submetidos aos testes de homogeneidade de variâncias, normalidade, análise de variância e teste de Tukey. Em todos os testes foram considerados 5% de significância. A germinação da cultivar TBIO Ponteiro começa a perder qualidade aos 30 dias para as sementes úmidas; ORSSENNNA aos 30 dias para as sementes úmidas e na menor temperatura analisada. O vigor da cultivar TBIO Ponteiro mostra uma redução estatística aos 30 dias para as sementes úmidas e sem resfriamento; para a cultivar ORSSENNNA essa redução ocorre aos 40 dias. Ambas as cultivares na emergência mostram uma perda na qualidade aos 40 dias sem resfriamento. A massa seca de raiz e parte aérea de ambas as cultivares mostram que o resfriamento foi capaz de retardar a perda da qualidade fisiológica das sementes.

Palavras-chave: Temperatura, umidade, armazenamento, *triticum aestivum*.

PHYSIOLOGICAL PERFORMANCE OF WHEAT SEEDS SUBMITTED TO COOLING AS A PRE-DRYING STAGE

Albuquerque, Patricia Ferreira de. Desempenho fisiológico de sementes de trigo submetidas ao resfriamento como etapa de pré-secagem. Advisor: Silvia Renata Machado Coelho. Coadvisor: Felipe Koch. 2023. 57p. Dissertation (Masters in Agricultural Engineering) – Graduate Program in Agricultural Engineering. Western Paraná State University, Cascavel, PR, 2023.

ABSTRACT

Wheat is the main winter crop in Brazil, with great economic and food importance. Seed production to meet the growing market is challenging due to climatic factors that interfere with the crop. Artificial cooling can be an alternative for seed conservation, considering that in the initial stage the use of cold air slows down the metabolic activity of seeds. Therefore, the objective of the research was to evaluate the physiological performance of wheat seeds of two cultivars at different water content and temperatures, submitted to the cooling process as a pre-drying step and short-term storage at the UBS. The experiment was carried out using a completely randomized design in a 5x3x2 factorial scheme (storage, temperature, and water content) with 4 replications. The data were submitted to tests of homogeneity of variances, normality, analysis of variance, and Tukey's test. For all tests a 5% significance level was considered. The germination of the cultivar TBIO Ponteiro begins to lose quality at 30 days for wet seeds; ORSSENNNA at 30 days for wet seeds and at the lowest temperature analyzed. The vigor of the TBIO Ponteiro cultivar shows a statistical reduction at 30 days for wet seeds and without cooling; for the ORSSENNNA cultivar this reduction occurs at 40 days. Both cultivars in emergence show loss in quality after 40 days without cooling. Root dry mass and aerial part of both cultivars show that cooling was able to delay the loss of physiological seed quality.

Keywords: Temperature, humidity, storage, *triticum aestivum*.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	x
LISTA DE FIGURAS	xi
1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	15
2.1 Objetivo geral	15
2.2 Objetivos específicos.....	15
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
3.1 História e importância econômica da cultura do trigo.....	16
3.2 Importância da semente	16
3.3 Produção de sementes.....	17
3.4 Armazenamento de sementes	18
3.5 Armazenamento sob condições de ambiente controlado.....	18
3.6 Fisiologia de sementes	19
3.6.1 Atributos e qualidade fisiológica de sementes	20
3.6.2 Verificação de qualidade.....	21
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	22
4.1 Local do experimento	22
4.2 Matéria prima (material).....	22
4.3 Procedimento experimental	22
4.4 Condições de armazenamento	24
4.5 Análises de qualidade fisiológica	25
4.5.1 Teste de germinação	25
4.5.2 Envelhecimento acelerado.....	26
4.5.3 Massa seca	26
4.5.4 Emergência em substrato de areia	26
4.6 Delineamento experimental e análise estatística	27
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	28
5.1 Cultivares TBIO Ponteiro e o ORSSENN.....	28
5.1.1 Alterações no teor de água	28
5.1.2 Alterações no índice de germinação das sementes	31
5.1.3 Alterações no índice de vigor das sementes.....	34
5.1.4 Alterações na porcentagem de emergência das sementes em substrato de areia	36
5.1.5 Alterações na massa seca	39
5.1.6 Alterações na massa seca de raiz	42
5.3 Relação entre as variáveis fisiológicas das cultivares TBIO Ponteiro e ORSSENN.....	45

5.4 Resultados gerais	48
6 CONCLUSÃO.....	50
7 REFERÊNCIAS	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Descrição dos tratamentos sementes de trigo com seus respectivos graus de umidades e temperaturas no dia 0.....	24
--	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Equipamento Cool Seed para resfriamento.....	23
Figura 2 Destaque da parte interior dos silos.....	23
Figura 3 Ilustração das repetições em cada BIG BAG.....	24
Figura 4 Teor de água da cultivar TBIO Ponteiro, analisada em sementes com alta e baixa umidades em três temperaturas diferentes durante 40 dias de armazenamento em armazém convencional com isolamento térmico.....	30
Figura 5 Teor de água da cultivar ORSSENNNA, analisada em sementes com alta e baixa umidades em três temperaturas diferentes durante 40 dias de armazenamento em armazém convencional com isolamento térmico.....	31
Figura 6 Porcentagem de germinação da cultivar TBIO Ponteiro, analisada em sementes com alta e baixa umidades em três temperaturas diferentes durante 40 dias de armazenamento em armazém convencional com isolamento térmico.....	33
Figura 7 Porcentagem de germinação da cultivar ORSSENNNA, analisada em sementes com alta e baixa umidades em três temperaturas diferentes durante 40 dias de armazenamento em armazém convencional com isolamento térmico.....	34
Figura 8 Porcentagem de vigor da cultivar TBIO Ponteiro, analisada em sementes com alta e baixa umidades em três temperaturas diferentes durante 40 dias de armazenamento em armazém convencional com isolamento térmico.....	35
Figura 9 Porcentagem de vigor da cultivar ORSSENNNA, analisada em sementes com alta e baixa umidades em três temperaturas diferentes durante 40 dias de armazenamento em armazém convencional com isolamento térmico.....	36
Figura 10 Porcentagem de emergência da cultivar TBIO Ponteiro, analisada em sementes com alta e baixa umidades em três temperaturas diferentes durante 40 dias de armazenamento em armazém convencional com isolamento térmico.....	38
Figura 11 Porcentagem de emergência da cultivar ORSSENNNA, analisada em sementes com alta e baixa umidades em três temperaturas diferentes durante 40 dias de armazenamento em armazém convencional com isolamento térmico.....	39
Figura 12 Massa seca – parte aérea (g) da cultivar TBIO Ponteiro, analisada em sementes com alta e baixa umidades em três temperaturas diferentes durante 40 dias de armazenamento em armazém convencional com isolamento térmico.....	41
Figura 13 Massa seca – parte aérea (g) da cultivar ORSSENNNA, analisada em sementes com alta e baixa umidades em três temperaturas diferentes durante 40 dias de armazenamento em armazém convencional com isolamento térmico.....	42
Figura 14 Massa seca de raiz (g) da cultivar TBIO Ponteiro, analisada em sementes com alta e baixa umidades em três temperaturas diferentes durante 40 dias de armazenamento em armazém convencional com isolamento térmico.....	44

Figura 15 Massa seca de raiz (g) da cultivar ORSENNA, analisada em sementes com alta e baixa umidades em três temperaturas diferentes durante 40 dias de armazenamento em armazém convencional com isolamento térmico.....	45
Figura 16 Matriz de correlação linear de Pearson para as variáveis fisiológicas da cultivar TBIO Ponteiro e cultivar ORSENNA.	46
Figura 17 Gráfico Biplot da análise de componentes principais (ACP) para as variáveis fisiológicas da cultivar TBIO Ponteiro e cultivar ORSENNA.....	47

1 INTRODUÇÃO

O trigo *Triticum aestivum* é a principal cultura de inverno no Brasil, tendo grande importância econômica e alimentícia, pois a cultura está presente em praticamente toda a alimentação da população mundial, sendo base de vários produtos (EMBRAPA, 2021).

A produção de sementes de elevada qualidade para atender o mercado crescente é desafiadora devido, principalmente, aos fatores climáticos que têm grande interferência sobre a cultura. Além das adversidades do campo também há preocupação com o armazenamento, uma vez que a qualidade das sementes é comprometida devido a esses fatores da interação que a cultura sofre no campo e após a colheita.

A deterioração por umidade pode iniciar em qualquer fase da produção, sendo mais intensa a partir da maturidade fisiológica, devido aos efeitos ambientais que acontecem quando a cultura ainda está no campo – um processo progressivo e irreversível, que culmina na queda da qualidade, viabilidade e consequente morte das sementes. Contudo, a viabilidade de sementes pode ser mantida por tempo maior se forem aplicadas tecnologias que favoreçam a obtenção de condições apropriadas de clima e locais adequados para o armazenamento (Marcos Filho, 2015).

O teor de água, assim como a temperatura, são fatores de extrema importância durante o armazenamento de sementes. A qualidade das sementes pode ser comprometida devido a estas serem higroscópicas, podendo absorver e perder água de acordo com as condições psicrométricas do ar ambiente, ficando suscetíveis e favorecendo a deterioração e o ataque de microrganismos (Avelar et al., 2012).

Uma alternativa para a conservação de sementes em armazém convencional é o resfriamento artificial, no qual o frio reduz o desenvolvimento dos principais microrganismos e insetos de armazenamento. Temperaturas mais baixas reduzem a taxa de metabolismo desses organismos, evitando que causem danos à semente (Daronch, 2017).

O resfriamento em armazéns pode acontecer de forma estática ou dinâmica. O resfriamento artificial estático consiste na insuflação de ar frio na massa de sementes armazenadas em silos. No resfriamento artificial dinâmico, a semente é resfriada no seu movimento descendente por ação da gravidade em silos projetados para esta finalidade (Barreto, 2009).

A tecnologia de resfriamento vem sendo utilizada em sementes com o principal objetivo reduzir a temperatura da massa de sementes; com isso, há redução do metabolismo e também das alterações fisiológicas. Algumas empresas utilizam o resfriamento artificial em substituição ao uso de silos com aeração antes do processo de secagem das sementes. Após o resfriamento, as sementes são armazenadas por um curto período, o menor possível, e após esse período são submetidas ao processo de secagem. Esse sistema pode reduzir custos, mas necessita de maiores estudos para avaliar a qualidade das sementes submetidas

a esse processo. O objetivo deste estudo foi a avaliar o desempenho fisiológico de sementes de trigo de duas cultivares em diferentes teores de água e temperatura, submetidas ao processo de resfriamento como etapa de pré-secagem e armazenamento de curto prazo na UBS (Unidade de Beneficiamento de Sementes).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar o desempenho fisiológico de sementes de trigo de duas cultivares em diferentes teores de água e temperatura, submetidas ao processo de resfriamento como etapa de pré-secagem e armazenamento de curto prazo na UBS (Unidade de Beneficiamento de Sementes).

2.2 Objetivos específicos

- Avaliar o desempenho fisiológico de sementes de trigo com diferentes teores de água e resfriadas após recebimento na UBS, durante o armazenamento, por um período de 40 dias;
- Avaliar a relação entre os parâmetros de qualidade fisiológica das sementes e a temperatura e o teor de água nas diferentes cultivares.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 História e importância econômica da cultura do trigo

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é originário do Sudoeste da Ásia, seu cultivo e a domesticação da espécie na Europa ocorreram há mais de 6 mil anos. Os primeiros cultivos foram na pré-história, sendo um dos mais importantes cereais para a alimentação humana (EMBRAPA, 2021). Há relatos de que o trigo seja originário de gramíneas silvestres que se desenvolviam nas proximidades dos rios Tigre e Eufrates na Ásia (Scheeren et al., 2015).

Desde essa época, o trigo tem se destacado pela sua importância para a economia global, por ser um dos cereais mais cultivados no mundo, seguido pelo milho e o arroz (Takeiti, 2015).

No Brasil, ele foi introduzido por volta de 1534 (EMBRAPA, 2021). Sua expansão comercial e seus maiores produtores estão na região Sul do Brasil, os quais respondem por 87% da produção brasileira de grãos do trigo no país (Oliveira Neto; Santos, 2017). Atualmente, o país permanece na 15ª posição na produção mundial; porém, mesmo com aumento da produção, continua sendo importador de trigo para atender às necessidades do mercado interno (CONAB, 2022).

Segundo a Conab (2021), houve um aumento de estimativa de produção de trigo no Brasil para a safra 2021/2022, passando de 7.810,8 milhões de toneladas para 7.879,2 milhões de toneladas. A estimativa para a safra 2022/2023 foi de 10,4 milhões de toneladas. A estimativa de área plantada de trigo no mundo para a safra atual é de 220,6 milhões de hectares, apresentando um recuo de 0,54% se comparada à safra 2021/2022 (CONAB 2023).

O trigo é um cereal mundialmente consumido, pois tem grande relevância na dieta alimentar, devido a sua qualidade e quantidade de proteínas, além da sua variedade de produtos derivados. Destaca-se seu uso na panificação, uma vez que através de sua matéria prima é possível obter diversos produtos, além de grande utilização na produção de alimentos para animais, entre outros (Mori, 2015).

3.2 Importância da semente

As sementes são consideradas um dos mais importantes insumos na produção agrícola, pois é através delas que se determina o limite superior possível do rendimento de grãos e a eficiência dos demais insumos (Wetzel, 1997).

Nos últimos anos houve aumento da produção de grãos e um melhor estabelecimento das lavouras devido à alta qualidade das sementes produzidas. As tecnologias empregadas na pesquisa, principalmente para o desenvolvimento de cultivares mais adaptadas às diversas

condições de clima, proporcionaram ganhos na produtividade e na qualidade industrial desse cereal (CONAB, 2017).

O aumento da produtividade e a melhoria na qualidade das sementes são devidos ao melhoramento genético aliado às boas práticas agrícolas e ao uso de tecnologias no campo. Isso tudo trouxe um rendimento das lavouras nos últimos anos apresentando um crescimento expressivo, elevando o Brasil para um novo patamar de produtividade (Peixoto; Vilela, 2018). Com o aumento do uso de sementes melhoradas, aumentaram o crescimento e a diversificação da produção de sementes (Santos et al., 2014).

3.3 Produção de sementes

A produção de sementes é uma atividade desafiadora, pois precisa atender a altos padrões de qualidade para garantir o sucesso do cultivo. É responsável por levar as inovações tecnológicas da pesquisa para o campo, através do melhoramento genético. Esse insumo agrícola é considerado o mais importante pois, além de ser o material utilizado para multiplicação de plantas, se torna um avanço da tecnologia disponível para o agricultor e posteriormente para comercialização (Winter, 2016).

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) é o órgão responsável pela organização do sistema de produção de sementes, através da LEI Nº 10.711, de 5 de agosto de 2003, decreto 10.586 de 18 de dezembro de 2020 (Brasil, 2020).

A Instrução Normativa Nº. 45, de 17 de setembro de 2013 (Brasil, 2013) se refere às normas e padrões para produção e comercialização de sementes. Nessa instrução normativa são fixadas as diretrizes básicas a serem obedecidas na produção, comercialização e utilização de sementes em todo o território nacional, visando à garantia de sua identidade e qualidade.

Para a definição dos campos de sementes alguns critérios são estabelecidos, como a escolha de área apropriada, prevenção de contaminantes (outras espécies, outras cultivares, ervas daninhas, doenças, etc.), cultivar adaptada, demanda de mercado, entre outros fatores (Utino et al., 2021).

Após estabelecidos e definidos os critérios, os campos de sementes precisam ter uma rastreabilidade. Para isso, são mapeados e inscritos no sistema SIGEF (Sistema de Gestão da Fiscalização), onde todos os dados dos campos de produção de sementes junto com suas declarações para uso próprio são inseridos em atendimento à legislação de sementes (Carpi, 2020).

Após instalação da cultura no campo são realizados vistorias e acompanhamentos da produção de sementes, seguindo a Portaria 538/dezembro, a qual estabelece que estas vistorias sejam realizadas em qualquer momento do processo, desde a instalação da cultura até o final do processo, incluindo beneficiamento, armazenamento e identificação final,

garantindo que todos os padrões e procedimentos estabelecidos tenham sido seguidos. São obrigatórias nesse processo duas vistorias com laudos: uma é realizada no florescimento da cultura, e outra, no momento da pré-colheita – laudos estes que são importantes e indispensáveis para estabelecimento da qualidade do campo em produção (Brasil, 2005).

3.4 Armazenamento de sementes

O período de armazenamento começa no campo de produção quando as sementes atingem sua maturidade fisiológica e se desligam da planta mãe. Nesse momento, expressam seu máximo potencial fisiológico e ficam armazenadas na própria planta esperando o momento da colheita. O grau de umidade nesse momento ainda é alto, não sendo possível realizar a colheita e a debulha mecanizada, necessitando aguardar o momento ideal de umidade entre 16 e 22% (Baudet; Villela, 2012).

A manutenção da qualidade das sementes durante o período de armazenamento é de extrema importância, pois a partir do momento que as sementes estão dentro do armazém não é possível melhorar a qualidade fisiológica que foi obtida no campo de produção. Dentro do armazém de sementes é possível apenas fazer o controle sanitário do lote e preservar sua qualidade, visto que o sucesso da lavoura depende principalmente da utilização de sementes com alto padrão de qualidade (França Neto et al., 2016).

Goldfarb e Queiroga (2013) ressaltam que a temperatura e a umidade relativa do ar do local de armazenamento são os principais fatores que afetam a qualidade fisiológica da semente. A umidade relativa do ar controla o teor de água das sementes, que, por serem higroscópicas, absorvem ou perdem umidade até alcançarem o equilíbrio com a umidade do ar ambiente; enquanto a temperatura afeta a velocidade dos processos bioquímicos.

Durante as diferentes etapas que ocorrem dentro da unidade beneficiadora de sementes (UBS), a embalagem é de extrema importância para conservar adequadamente as sementes, pois é nelas que as sementes ficam aguardando o próximo processo. As embalagens de sementes devem apresentar resistência a tensão e ruptura para suportarem as condições de transporte e manuseio e sobretudo proteção contra umidade, insetos, roedores e danos mecânicos pelo manuseio (Barros Neto et al., 2014).

O armazenamento dos lotes de sementes deve ser criterioso, uma vez que as sementes devem manter sua qualidade após o período de armazenamento, pois após a semeadura devem ter a capacidade de gerar uma plântula normal, mesmo em ambientes desfavoráveis quando semeadas no campo (Corrêa, 2015).

3.5 Armazenamento sob condições de ambiente controlado e não controlado

O armazenamento de sementes em condições de ambiente controlado (temperatura e/ou UR) permite conservá-las por longos períodos. Como as sementes são higroscópicas,

para evitar que absorvam umidade do ar, o que provocaria um aumento do grau de umidade a limites que afetariam sua qualidade, as condições ambientais podem ser modificadas, por meio de refrigeração do ambiente, preservando a qualidade das sementes a baixas temperaturas e/ou baixa UR (Baudet; Villela, 2012).

Para um resultado eficaz no resfriamento é necessário um bom manejo, onde o teor de água e a temperatura das sementes junto com a temperatura e umidade relativa do ar ambiente estejam relacionados, isso reduz a deterioração biológica e física das sementes (Lopes et al., 2010).

O período de viabilidade das sementes depende tanto de características genéticas quanto dos efeitos ambientais durante as fases de desenvolvimento da cultura, como colheita, processamento e principalmente armazenamento (Gris et al., 2010).

Scariot et al. (2017) avaliaram as qualidades física, fisiológica e a incidência fúngica em grãos de trigo com diferentes teores de água na colheita e no armazenamento. A colheita foi realizada com teores de água de 28,6, 18,5 e 12,9% e o armazenamento foi em sistema hermético e convencional, por um período de 240 dias, com coletas em intervalos de 60 dias. Os pesquisadores constataram que o trigo armazenado em sistema hermético apresentou diferenças significativas apenas para o teor água de 12,9%. O trigo armazenado no sistema convencional apresentou aumento no teor de água por até 120 dias para os três níveis de umidade de colheita. O peso de mil grãos diminuiu de forma linear ao longo do tempo para os três teores de água, independente do sistema de armazenamento. A incidência do fungo *Fusarium* spp. foi maior que 99% para os três no início do armazenamento; no entanto, durante o período de armazenamento a incidência diminuiu gradualmente. Assim, concluíram que no sistema hermético a frequência respiratória mais baixa junto com a incidência reduzida de infestação de insetos levou a menor redução na qualidade dos grãos.

3.6 Fisiologia de sementes

A germinação de sementes inclui uma série de eventos, geralmente a hidratação de proteínas, carboidratos e ácidos nucleicos, alterações de estruturas celulares, ativação de respiração, síntese de macromoléculas e alongamento celular (Paulilo, et al., 2015).

O processo de germinação ocorre em três fases: (fase I) Embebição, em que acontece o início da absorção de água; (fase II) Indução do crescimento dos processos metabólicos requeridos para o crescimento do embrião; e (fase III) Crescimento, iniciação do alongamento do eixo embrionário, geralmente radícula (Bewley; Black, 1994, citado por Castro, 2004).

Na fase I a semente apresenta atividade metabólica muito baixa e a embebição é responsável pela reativação do metabolismo. A entrada de água é determinada pela diferença entre o potencial hídrico da semente e do meio no qual ela se encontra. Na fase II, os primeiros sinais de reativação de meios metabólicos aparecem com o rápido aumento na taxa

respiratória. A entrada de oxigênio ocorre paralelamente com entrada de água e estabiliza quando a entrada de água diminui. Na fase III, o início do crescimento levará rapidamente à germinação visível e conseqüentemente à retomada da velocidade de embebição (Guimarães, 1999).

A respiração é um processo celular em que ocorre uma reação química. A célula libera energia que é necessária para as diversas atividades celulares, biossíntese celular e liberação de gás carbônico. Ela é necessária para o crescimento, o desenvolvimento e a reprodução vegetal, sendo responsável pela produção de energia, calor e compostos intermediários indispensáveis ao metabolismo celular. Durante o processo, parte da energia gerada é dissipada na forma de calor (Vieira et al., 2010).

Segundo Bailey e Gurjar (1920), a respiração de sementes de trigo em armazenamento aumenta com o grau de umidade das sementes. O aumento da intensidade da respiração é gradual desde 12,50 até 14,78% de umidade higroscópica. Foi verificado que se a umidade ultrapassar 14,78%, a respiração acelera. A conservação de sementes com respiração ativa acelera a perda do vigor e eventuais quedas na germinação (Carvalho; Nakagawa 1983).

A umidade e a temperatura das sementes são fatores primordiais na conservação dessas. Quando a umidade está baixa, a atividade vital (respiração) é diminuída e o metabolismo reduzido ao mínimo. A combinação de baixas temperaturas e baixo teor de umidade são ideais para as sementes que necessitam se manter viáveis durante o armazenamento (Bragantini 2005).

3.6.1 Atributos e qualidade fisiológica de sementes

A produção de sementes de elevada qualidade é o principal foco da pesquisa em sementes. Além disso, a manutenção da qualidade alcançada é de extrema relevância. Os atributos de qualidade podem ser divididos em genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários (Mugnol; Eichelberger, 2008).

A qualidade genética envolve pureza varietal, potencial de produtividade, resistência a pragas e moléstias, precocidade, qualidade do grão e resistência a condições adversas de solo e clima, entre outros. Os atributos de qualidade física da semente são vários; entre eles, podemos citar pureza física, umidade, danificações mecânicas, peso de 1000 sementes, aparência e peso volumétrico. Os fisiológicos são germinação, vigor e dormência. Nos parâmetros sanitários, as sementes utilizadas para propagação devem ser sadias e livres de patógenos, as sementes infectadas por micro-organismos podem não apresentar viabilidade ou serem de baixo vigor (Peske, et al., 2012).

As sementes de trigo são avaliadas em termos da qualidade durante todas as etapas de produção, sobretudo ainda no campo, do desenvolvimento até a colheita, momento no qual expressam seu máximo potencial fisiológico e acúmulo de reservas (Amaral; Peske, 2000).

Sementes com elevado potencial fisiológico apresentam maior velocidade nos processos metabólicos com rápido desenvolvimento e uniformidade da raiz primária tanto no processo de germinação quanto de vigor, produzindo um estande mais uniforme e plântulas com maior tamanho inicial, estabelecendo bases para uma lavoura mais produtiva (Mielezrski et al., 2008).

As sementes com menor qualidade deterioraram-se mais rapidamente do que as mais vigorosas e apresentaram queda significativa de viabilidade. A baixa qualidade fisiológica das sementes é um fator que reduz o estande final de plantas (Lima; Medina; Fanan, 2006).

3.6.2 Verificação de qualidade

Produzir sementes de alta qualidade tem sido um desafio para a indústria sementeira. Para obter sementes com características diferenciadas é necessário a adoção de um rigoroso controle de qualidade, que consiste no conjunto de diretrizes, normas, padrões, procedimentos e atividades, aplicado às operações de produção, beneficiamento, armazenamento e distribuição, visando alcançar e manter níveis especificados de pureza varietal e física, poder germinativo e sanidade (Popinigis, 1988).

Obter sementes de qualidade é de extrema importância, pois é um dos principais fatores para que se tenha sucesso na lavoura. Quando se utilizam sementes de elevada qualidade, a maximização e a ação dos demais insumos é elevada, contribuindo assim com toda a cadeia (Maciel; Tunes, 2021).

Por outro lado, o uso de sementes de baixa qualidade compromete a obtenção de estande de plantas adequado, tendo influência direta na produtividade da lavoura. Muitas vezes é necessário realizar uma nova semeadura, o que eleva os custos da produção (Krzyzanowski et al., 2008).

A qualidade de sementes é analisada por meio de um conjunto de procedimentos e normativas. Para garantir a qualidade dos resultados, o laboratório de análise de sementes segue à risca a Regra para Análises de Sementes de 2009, a qual contém os procedimentos e metodologias para realizações dos testes que determinam os atributos das qualidades física, genética, sanitária e fisiológica das sementes (Brasil 2009).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local do experimento

A pesquisa foi realizada na Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS) e no Laboratório de sementes da Coopavel Cooperativa Agroindustrial de Cascavel, PR em parceria com a UNIOESTE – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, em Cascavel, Paraná.

4.2 Matéria prima (material)

O experimento foi realizado com duas cultivares de trigo (*Triticum aestivum*). A primeira cultivar foi a TBIO Ponteiro de ciclo médio-tardio, produzida na região de Catanduvas, PR com latitude 25°7'23.01"S e longitude 53°8'39.47", e semeadura no dia 15/05/2021. A segunda cultivar utilizada foi ORSSENNNA, ciclo hiperprecoce, produzida na região de São João do Oeste, PR, com latitude 24°59'42.42"S e longitude 53°14'24.02"O, semeadura dia 26/06/2021.

Ambas as cultivares foram colhidas dia 14/10/2021 em pontos de maturação semelhantes, com teor de umidade em torno de 17% ($\pm 1,5$). Durante o cultivo, as cultivares estiveram expostas às mesmas condições climáticas e os tratamentos culturais durante o desenvolvimento da cultura foram os convencionais, acompanhados por um técnico da cooperativa parceira.

4.3 Procedimento experimental

As sementes foram colhidas de forma mecanizada e transportadas a granel para a Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS) da Coopavel Cooperativa Agroindustrial, localizada no município de Cascavel. Após a classificação e a recepção nas moegas, as sementes foram direcionadas para o processo de pré-limpeza, para a retirada das impurezas do lote, visando facilitar os processos subsequentes.

Após a pré-limpeza, as sementes foram direcionadas para caixas de resfriamento com capacidade de 30 toneladas, onde foi realizado o processamento (resfriamento) de cada fração do lote para compor cada um dos tratamentos, sendo eles alta umidade 17,7 ($\pm 0,4$) e maior temperatura 25,5 °C ($\pm 0,3$), alta umidade 17,7 ($\pm 0,4$) e temperatura intermediária 17,4 °C ($\pm 0,8$), alta umidade 17,7 ($\pm 0,4$) e menor temperatura 13,3 °C ($\pm 1,0$), baixa umidade 12,7 ($\pm 0,7$) e maior temperatura 25,5 °C ($\pm 0,3$), baixa umidade 12,7 ($\pm 0,7$) e temperatura intermediária 17,4 °C ($\pm 0,8$), baixa umidade 12,7 ($\pm 0,7$) e menor temperatura 13,3 °C ($\pm 1,0$). Os mesmos tratamentos foram utilizados em ambas as cultivares.

O processo de resfriamento foi realizado em equipamento Cool Seed – tecnologia de pós-colheita, modelo PCS 120, com capacidade de 30 toneladas. O equipamento possui um sistema de tubulação (Figura 1) e serpentinas, as quais resfriam o ar que, por meio das tubulações, chega à massa de sementes. As sementes chegam na caixa de resfriamento e passam pelas colmeias (Figura 2) que ficam na entrada da caixa de resfriamento, com o objetivo de reduzir a velocidade das sementes, fazendo com que o ar frio, conduzido em sentido contracorrente ao fluxo, passe por todas as sementes de forma uniforme.

A massa de sementes resfriada foi dividida em dois lotes. O primeiro foi mantido em umidade de 17,7% ($\pm 0,4$), e o segundo foi direcionado ao processo de secagem, em secador do tipo estacionário, modelo tubo central perfurado, até atingir a umidade de 12,7% ($\pm 0,7$), retornando após a secagem para a caixa de resfriamento.

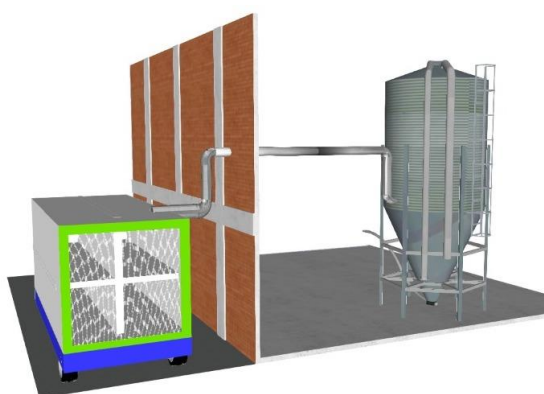


Figura 1 Equipamento Cool Seed para resfriamento.

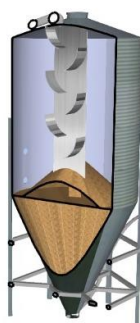


Figura 2 Destaque da parte interior dos silos.

A temperatura da massa de sementes foi acompanhada até alcançar os valores pré-estabelecidos para cada tratamento, ou seja, 25,5 °C ($\pm 0,3$) (temperatura ambiente sem resfriamento), 17,4 ($\pm 0,8$) e 13,3 ($\pm 1,0$). Conforme cada temperatura foi atingida, uma fração da massa de sementes foi retirada e acondicionada em BIG BAGS, estabelecendo uma unidade experimental. O teor de água das sementes foi de 17,7 ($\pm 0,4$) para sementes com alta umidade e 12,7 ($\pm 0,7$) para sementes de baixa umidade. Esse procedimento foi realizado em ambas as cultivares.

O teor de água e a temperatura inicial de cada tratamento estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1 Descrição dos tratamentos sementes de trigo com seus respectivos graus de umidades e temperaturas no dia 0

Tratamentos	Teor de água (%)	Temperatura inicial (°C)
Cultivar TBIO Ponteiro		
Alta umidade	17,7 (±0,4)	25,5 °C (±0,3) (maior T)
Alta umidade	17,7 (±0,4)	17,4 °C (±0,8) (T intermediária)
Alta umidade	17,7 (±0,4)	13,3 °C (±1,0) (menor T)
Baixa umidade	12,7 (±0,7)	25,5 °C (±0,3) (maior T)
Baixa umidade	12,7 (±0,7)	17,4 °C (±0,8) (T intermediária)
Baixa umidade	12,7 (±0,7)	13,3 °C (±1,0) (menor T)
Cultivar ORSSENNNA		
Alta umidade	17,7 (±0,4)	25,5 °C (±0,3) (maior T)
Alta umidade	17,7 (±0,4)	17,4 °C (±0,8) (T intermediária)
Alta umidade	17,7 (±0,4)	13,3 °C (±1,0) (menor T)
Baixa umidade	12,7 (±0,7)	25,5 °C (±1,5) (maior T)
Baixa umidade	12,7 (±0,7)	17,4 °C (±0,8) (T intermediária)
Baixa umidade	12,7 (±0,7)	13,3 °C (±1,0) (menor T)

Cada unidade experimental foi constituída de um quadrante no BIG BAG, totalizando quatro repetições em cada tratamento (Figura 3).

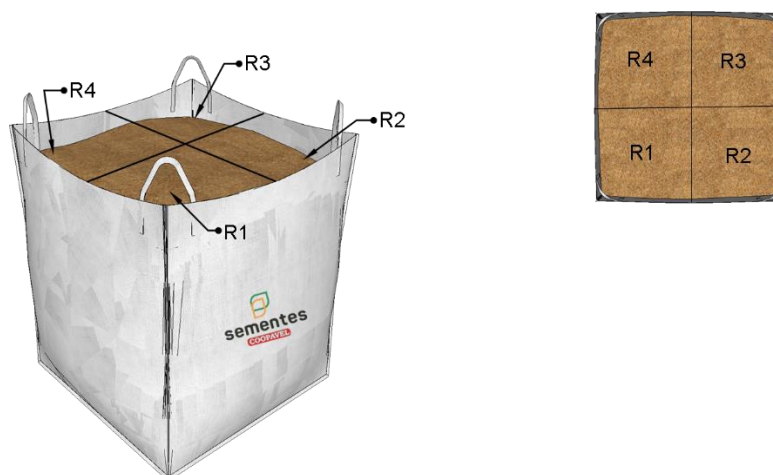


Figura 3 Ilustração das repetições em cada BIG BAG.

4.4 Condições de armazenamento

Após acondicionadas nas embalagens (BIG BAGs), as sementes foram enviadas para o armazém convencional, que possui isolamento térmico, visando minimizar o aumento excessivo e a flutuação de temperatura no ambiente interno. Os BIG BAGs foram alocados sob paletes de madeira para evitar o contato direto com o piso.

Durante o período de armazenamento foi realizado o acompanhamento do teor de água da semente por meio de determinador de umidade modelo GAC 2100 GRAIN ANALYSIS COMPUTER, nos quatro quadrantes de cada BIG BAG.

O teor de água do equipamento foi calibrado com o método de estufa, na temperatura de 105 ± 3 °C, por 24 horas, em 3 repetições de 10 amostras com 10 (± 1) gramas de sementes de trigo por amostra. As sementes foram acondicionadas em recipientes metálicos com tampas e identificação, conforme descrito nas RAS (Brasil, 2009), os resultados expressos em porcentagem (%) de teor de água. A temperatura da semente armazenada foi verificada por meio de termohigrômetro digital com haste, Incoterm modelo 7666.

Para o acompanhamento da qualidade fisiológica das sementes foram realizadas coletas de amostras de 500 gramas a cada 10 dias, por um período de 40 dias de armazenamento. A primeira amostra de cada tratamento foi coletada logo após o processamento (resfriamento), caracterizando a qualidade inicial dos lotes.

As amostras foram coletadas com auxílio de calador graneleiro de sementes e encaminhadas para o Laboratório de Análise de Sementes para a realização dos testes de germinação, vigor, massa seca e emergência em canteiros em substrato de areia.

4.5 Análises de qualidade fisiológica

Para a avaliação da qualidade fisiológica das sementes no decorrer do período de armazenamento, foram realizadas as seguintes avaliações:

4.5.1 Teste de germinação

O teste foi realizado em quatro subamostras replicatas de 50 sementes para cada repetição dos tratamentos. As sementes foram colocadas em rolo de papel germitest, utilizando 3 folhas umedecidas com água na proporção de 2,5 vezes o seu peso seco. Após, os rolos de sementes foram acondicionados em plásticos para manter sua umidade e levados para a câmara BOD onde permaneceram por 5 dias a 7 °C, para quebra de dormência das sementes de trigo.

Após 5 dias frios na BOD, as amostras foram transferidas para o germinador regulados à temperatura de 20 °C (± 2), por um período de oito dias. No quarto dia foi realizada a primeira contagem das plântulas normais e com oito dias foi realizada a segunda contagem de plântulas anormais e mortas, de acordo com a RAS (Brasil, 2009). O resultado foi expresso em percentual de plântulas normais.

4.5.2 Envelhecimento acelerado

O vigor das sementes de trigo foi realizado pelo teste de envelhecimento acelerado. Para isso, as sementes foram acondicionadas em uma caixa tipo gerbox, contendo 40 ml de água e as sementes colocadas sobre uma tela, de forma que não ficassem sobrepostas e recebessem as mesmas condições de ambiente. Em seguida, as caixas foram fechadas para formar uma câmara úmida.

Os gerbox foram colocados em câmara tipo BOD para simular estresse por período de 48 horas a uma temperatura de 43 °C (± 2), e 95% de umidade relativa (Marcos Filho, 2020). Após esse período, as sementes foram dispostas para germinar entre três folhas do papel germitest, umedecidos com 2,5 vezes a massa do papel seco. As análises foram realizadas em subamostras duplicatas com 50 sementes, para cada repetição dos tratamentos.

Após montagem, os rolos de papel foram acondicionados no germinador em uma temperatura de 20 °C (± 2), com a contagem única, realizada ao quinto dia. Os resultados foram expressos em percentual de plântulas normais.

4.5.3 Massa seca

Para a massa seca de plântulas foram utilizadas 40 sementes para cada repetição dos tratamentos, com duas subamostras de 20 sementes em cada rolo de papel germitest umedecidos com 2,5 vezes a massa do papel seco. As sementes foram distribuídas no terço superior do papel em duas fileiras de 10 sementes cada, espaçadas entre si, e permaneceram por 5 dias a 7 °C (± 2) em câmara BOD para a quebra de dormência das sementes. Em seguida, as sementes foram transferidas para o germinador a 20 °C (± 2), por oito dias.

As plântulas foram avaliadas e classificadas em normais e anormais. Após isso, as plântulas normais foram contabilizadas e separadas em parte aérea e raízes, e cada fração dos rolos foi colocada separada em envelopes de papel e submetida à secagem em estufa de ar forçado a 80 °C até a desidratação completa e massa constante. Depois, foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,001 g, aplicada a média ponderada e os resultados expressos em mg plântula⁻¹ (Nakagawa, 2020).

4.5.4 Emergência em substrato de areia

A emergência de plântulas foi realizada em canteiros com substrato de areia, semeadura de 2 cm de profundidade. Foram utilizadas 100 sementes de cada repetição de cada tratamento, sendo as 100 sementes distribuídas em duas subamostras de 50 sementes (conforme Krzyzanowski; França Neto; Henning, 2018).

Os canteiros de areia utilizados estavam em estufa com ambiente e irrigação não controlados. A irrigação foi realizada três vezes ao dia, conforme a necessidade observada.

Cada período de irrigação foi de 30 minutos, tempo suficiente para que houvesse homogeneidade na umidade da areia.

A avaliação foi realizada oito dias após a instalação do teste e os resultados expressos em percentual de plântulas.

4.6 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 5x3x2 (período de armazenamento, temperatura da semente, teor de água da semente), com 4 repetições.

Os tratamentos consistiram na combinação de 5 períodos de armazenamento (0, 10, 20, 30, 40 dias) e 3 condições de temperatura no resfriamento (25,5 °C ($\pm 0,3$), 17,4 °C ($\pm 0,8$) e 13,3 °C ($\pm 1,0$)) e dois teores de água das sementes (17,7% ($\pm 0,4$) e 12,7% ($\pm 0,7$)). Inicialmente, as condições de temperatura no resfriamento foram estipuladas em 25, 17 e 13 °C e o teor de água nas sementes de 17 e 12,5%. Os valores dos tratamentos com seus respectivos desvios padrões foram os valores reais encontrados após cada processo.

Os dados foram submetidos aos testes de homogeneidade de variâncias (teste de Bartlett), normalidade (teste Shapiro Wilk), análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey, em todos os testes foram considerados 5% de significância. Para as variáveis que não atenderam aos pressupostos de normalidade e/ou homogeneidade de variâncias, foi aplicada a transformação de Box e Cox (BOX GEP; COX DR, 1964).

O gráfico Biplot da análise multivariada de componentes principais (ACP) foi utilizado para observar a relação entre as variáveis respostas e a associação com os tratamentos. A correlação entre as variáveis respostas foi obtida pelo coeficiente de correlação linear Pearson, com 5% de significância. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do software R (R Core Team, 2022).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Cultivares TBIO Ponteiro e o ORSSENNNA

5.1.1 Alterações no teor de água

Em relação ao teor de água das sementes de trigo armazenadas ao longo dos 40 dias de armazenamento para cada temperatura de resfriamento para a cultivar TBIO Ponteiro, o teste de ANOVA apresentou diferenças estatísticas ($p < 0,05$) no teor de água para cada condição de umidade inicial das sementes. Esse comportamento ocorreu em todos os períodos de armazenamento dentro das temperaturas analisadas para ambas as cultivares.

É possível observar que houve variação entre as sementes secas e sementes úmidas, o que já era esperado devido ao processo de secagem que foi empregado nas sementes secas. Para a cultivar TBIO Ponteiro, as sementes resfriadas e secas analisadas na menor temperatura ($13,3\text{ °C} (\pm 1,0)$) diferiram do controle (dia 0) a partir do dia 10 até os 40 dias; além disso, nota-se que não houve decréscimo no teor de água. Para as sementes úmidas, ao longo do período de armazenamento, apenas aos 40 dias houve diferença estatística em relação ao dia 0.

Para as sementes resfriadas na temperatura intermediária ($17,4\text{ °C} (\pm 0,8)$) houve diferenças para o fator de água inicial em todos os períodos de armazenamento. Para essa temperatura, aos 30 e aos 40 dias de armazenamento as sementes úmidas diferiram do controle (dia 0).

Para as sementes analisadas na maior temperatura de armazenamento ($25,5\text{ °C} (\pm 0,3)$) (Figura 4) observou-se, a partir dos 20 dias de armazenamento, redução do teor de água em relação ao controle (dia 0), para as sementes úmidas.

No teor de água da cultivar ORSSENNNA, ao considerar apenas as sementes úmidas, nota-se que as temperaturas empregadas não resultaram em diferenças significativas no teor de água das sementes. Já para as sementes secas, na menor temperatura de resfriamento ($13,3\text{ °C} (\pm 1,0)$) e na temperatura intermediária ($17,4\text{ °C} (\pm 0,8)$) diferiram estatisticamente da condição sem resfriamento ($25,5\text{ °C} (\pm 0,3)$), ou seja, o resfriamento influenciou significativamente no teor de água das sementes.

As sementes resfriadas na menor temperatura $13,3\text{ °C} (\pm 1,0)$ mostraram diferença estatística em relação ao controle (dia 0) a partir dos 30 dias para as sementes secas e a partir dos 20 dias de armazenamento para as sementes úmidas.

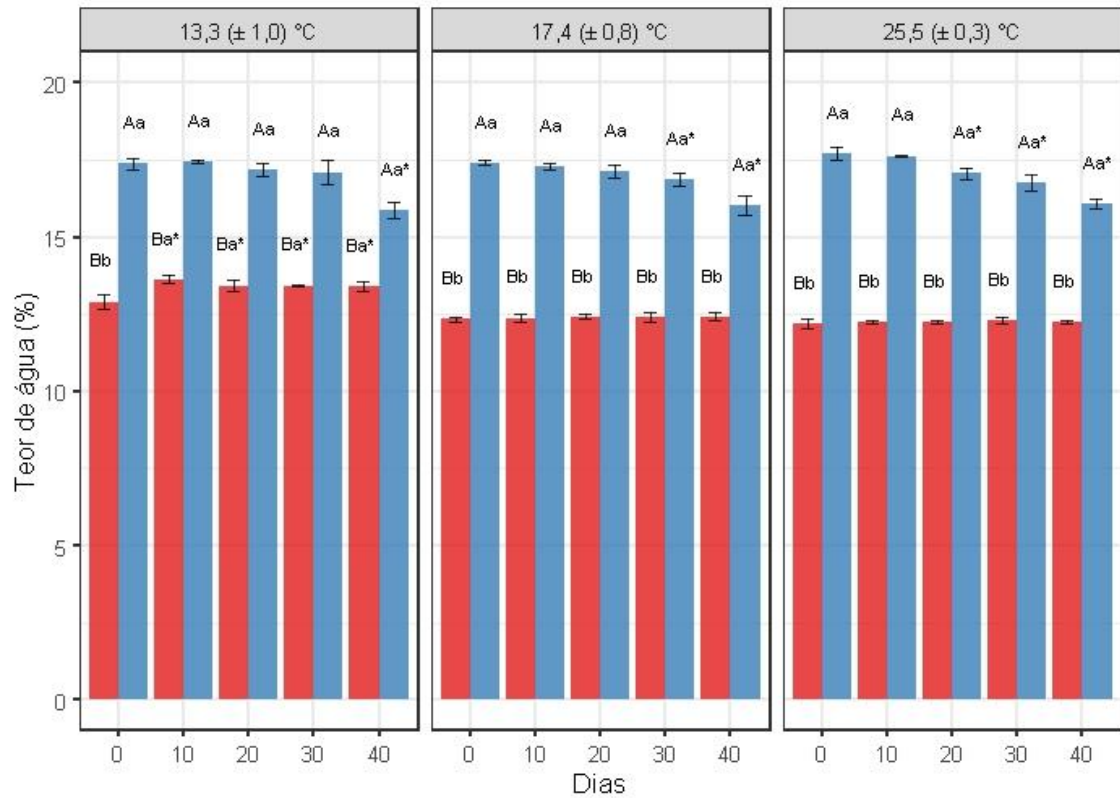
Para as sementes resfriadas na temperatura intermediária $17,4\text{ °C} (\pm 0,8)$ aos 20 e 40 dias de armazenamento ocorreram diferenças significativas no teor de água das sementes secas, e nas sementes úmidas a partir dos 20 dias.

Na maior temperatura 25,5 °C ($\pm 0,3$), as sementes sem resfriamento mostraram diferença estatística em relação ao controle (dia 0) a partir dos 10 dias de armazenamento para as sementes úmidas, até o final do armazenamento (40 dias). Observa-se que, mesmo sem resfriamento, as sementes secas não apresentaram diferenças ao longo dos 40 dias.

No presente estudo pode-se observar que conforme foi passando o período de armazenamento dentro de cada temperatura, as sementes úmidas foram perdendo seu teor de água, entrando em equilíbrio higroscópico com o ambiente. Isso ficou evidente pelas diferenças significativas em relação ao dia 0. As sementes secas e resfriadas também mostraram uma diferença significativa em alguns períodos, em que a tendência é se igualar à temperatura ambiente.

Essa alteração no teor de água das sementes de trigo tem sido observada em estudos de modelagens de isotermas de dessecção, em que, para uma umidade relativa constante, os valores de umidade de equilíbrio diminuíram com o aumento da temperatura, seguindo a mesma tendência da maioria dos produtos agrícolas (Corrêa et al., 2005).

Segundo Hall (1980), as curvas de equilíbrio higroscópico permitem determinar os limites de desidratação dos produtos estimando as mudanças do teor de água sob determinada condição de temperatura e umidade relativa do ambiente. Também podem ser definidos os teores de água adequados para o início da atividade de microrganismos nos produtos. Estabelecer tais limites é crucial para garantir a estabilidade e a qualidade do produto durante o armazenamento.



■ Sementes secas - 12,7% (±0,7) ■ Sementes úmidas - 17,7% (±0,4)

Letras maiúsculas diferentes indicam diferenças estatísticas entre o fator Teor de água inicial (p -valor < 0,05).

Letras minúsculas diferentes indicam diferenças estatísticas entre o fator Temperatura (p -valor < 0,05).

** Diferenças estatística em relação ao controle (Dia 0) (p -valor < 0,05).*

Figura 4 Teor de água da cultivar TBIO Ponteiro, analisada em sementes com alta e baixa umidades em três temperaturas diferentes durante 40 dias de armazenamento em armazém convencional com isolamento térmico.

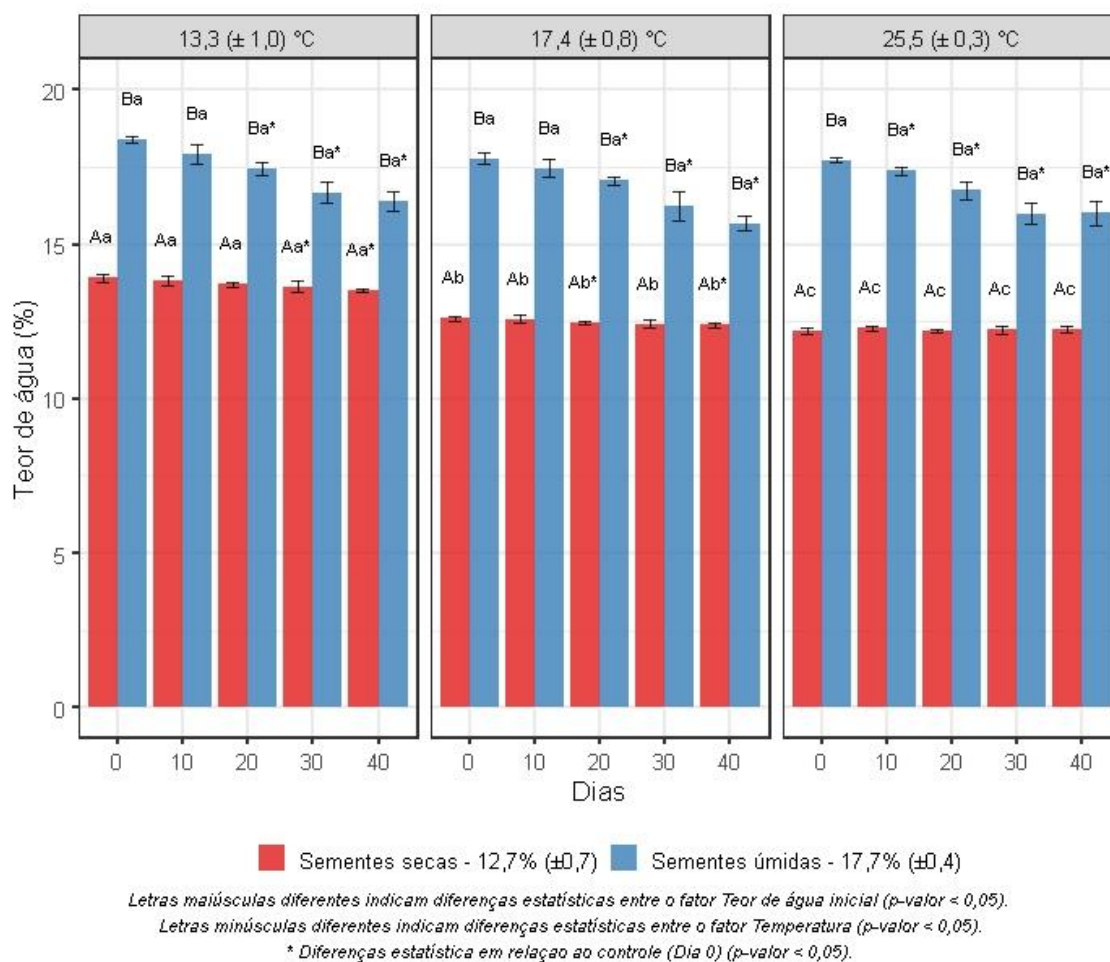


Figura 5 Teor de água da cultivar ORSSENA, analisada em sementes com alta e baixa umidades em três temperaturas diferentes durante 40 dias de armazenamento em armazém convencional com isolamento térmico.

5.1.2 Alterações no índice de germinação das sementes

A germinação das sementes de ambas as cultivares mostram diferenças entre as sementes secas e sementes úmidas em todas as temperaturas analisadas. Já para o fator temperatura de resfriamento, não houve diferenças significativas nos tempos e temperaturas analisados.

A cultivar TBIO Ponteiro está representada na Figura 6. As sementes resfriadas na menor temperatura de 13,3 °C (±1,0) não se diferem do controle (dia 0). Para as sementes analisadas na temperatura intermediária 17,4 °C (±0,8) é possível observar diferença estatística aos 40 dias de armazenamento tanto para as sementes secas quanto as sementes úmidas. As sementes sem resfriamento na maior temperatura 25,5 °C (±0,3) mostram diminuição no percentual de germinação aos 30 dias de armazenamento para as sementes úmidas.

A porcentagem de germinação da cultivar ORSSENA está representada na Figura 7. As sementes na menor temperatura 13,3 °C (±1,0) aos 30, e aos 40 dias de armazenamento

para as sementes úmidas, apresentam diminuição na porcentagem de germinação das sementes úmidas, se diferindo do controle (dia 0).

Para as sementes analisadas na temperatura intermediária $17,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\pm 0,8$) e na maior temperatura sem resfriamento $25,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\pm 0,3$), as diferenças estatísticas em relação ao controle (dia 0) ocorrem a partir dos 20 dias de armazenamento para as sementes úmidas.

Observa-se que as sementes úmidas resfriadas na menor temperatura ($13,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\pm 1,0$)) mostraram uma longevidade maior, com redução da porcentagem de germinação apenas a partir dos 30 dias. Para as sementes resfriadas na temperatura intermediária $17,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\pm 0,8$) e na maior temperatura sem resfriamento $25,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\pm 0,3$), aos 20 dias de armazenamento a porcentagem de germinação foi menor em relação ao controle (dia 0), o que reflete uma redução na qualidade das sementes em relação ao primeiro dia analisado.

A partir desses resultados é possível inferir que quanto mais resfriadas as sementes, maior será a longevidade no armazenamento – uma vez que as sementes sem resfriamento, no presente estudo, apresentam maior perda do poder germinativo, indicando queda na qualidade fisiológica.

Araújo (2016) encontrou resultados semelhantes em seu trabalho realizado com soja, no qual as sementes resfriadas apresentaram porcentagem de germinação maior que as sementes sem refrigeração. Reduzindo o teor de água e a temperatura das sementes, o ataque de microrganismos e a respiração destas terão seus efeitos minimizados.

Canton (2010), em seu trabalho, relata que a germinação das sementes de soja submetidas ao processo de resfriamento antes do acondicionamento manteve a qualidade durante os oito meses de armazenamento, enquanto as sementes armazenadas sem resfriamento apresentaram uma acentuada queda na sua germinação, de 88 para 60% de germinação, ou seja, em torno de 28%, quando comparado com o resfriamento das sementes antes do armazenamento. Esses resultados mostraram o benefício do resfriamento dinâmico das sementes antes do armazenamento.

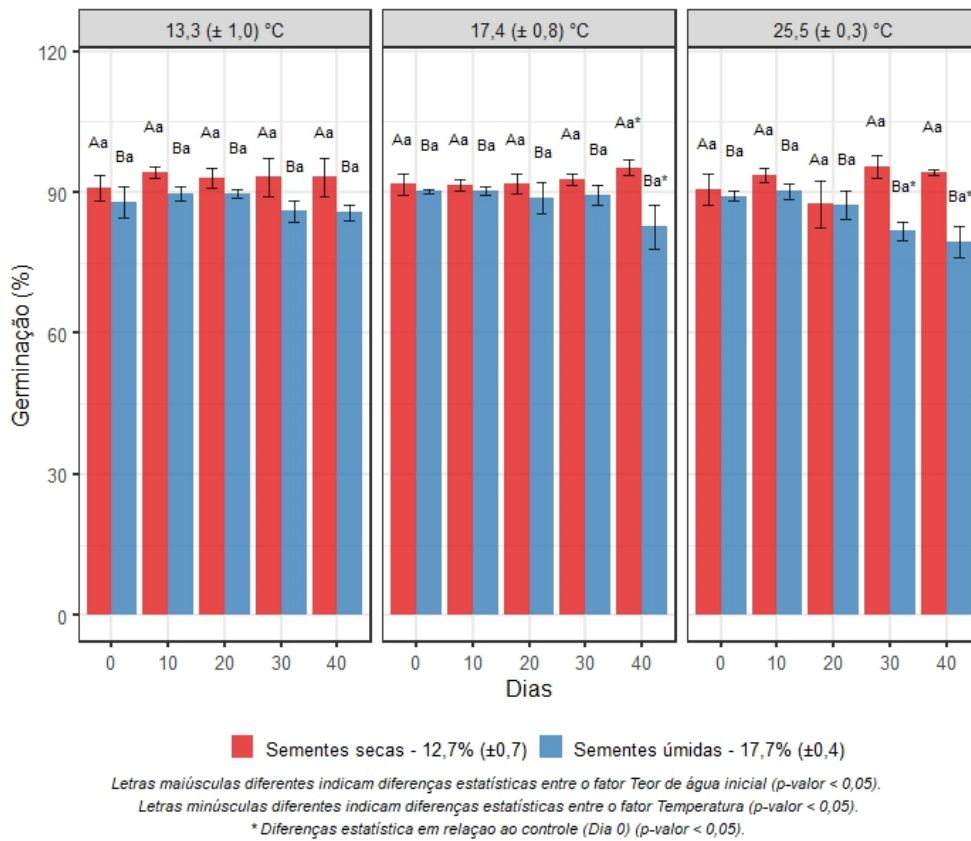


Figura 6 Porcentagem de germinação da cultivar TBIO Ponteiro, analisada em sementes com alta e baixa umidades em três temperaturas diferentes durante 40 dias de armazenamento em armazém convencional com isolamento térmico.

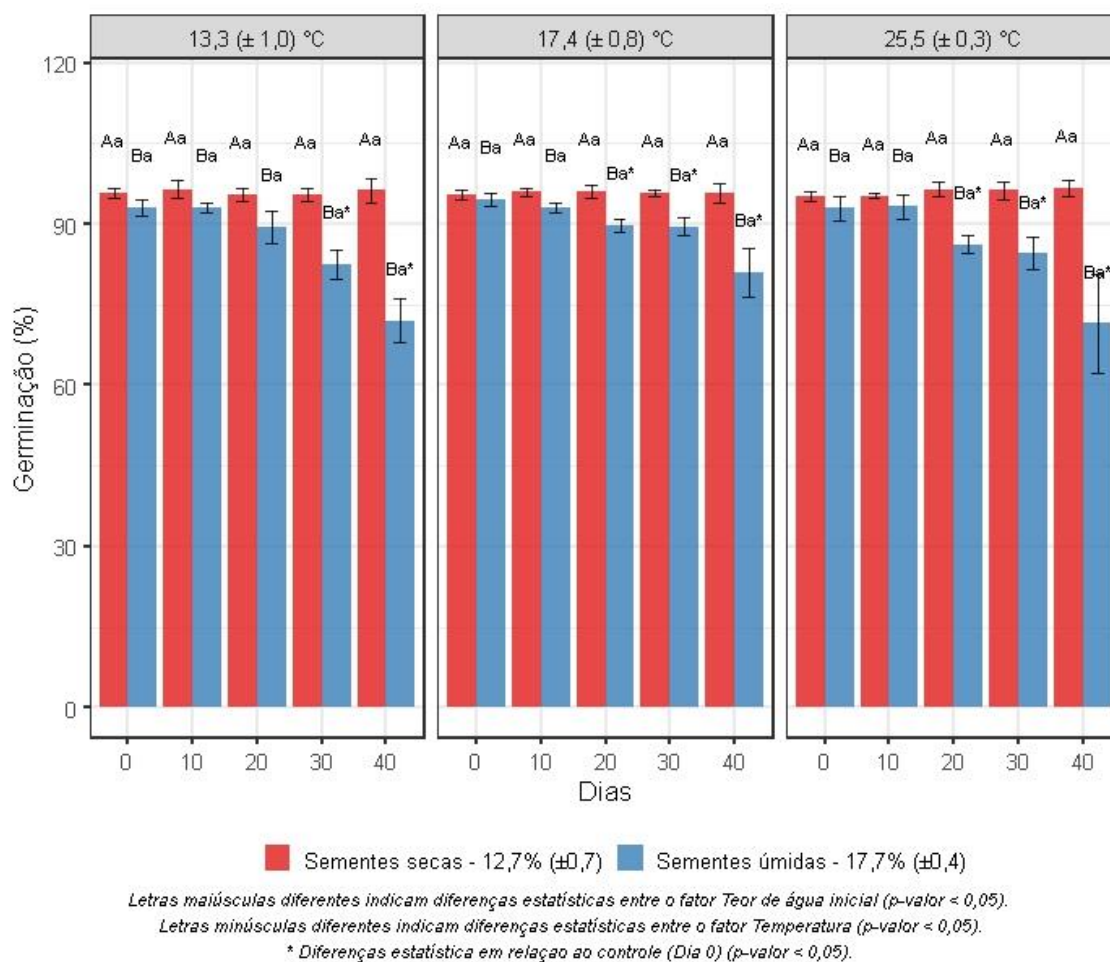


Figura 7 Porcentagem de germinação da cultivar ORSENNA, analisada em sementes com alta e baixa umidades em três temperaturas diferentes durante 40 dias de armazenamento em armazém convencional com isolamento térmico.

5.1.3 Alterações no índice de vigor das sementes

No vigor (Figura 8) da cultivar TBIO Ponteiro, é possível observar as diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as sementes secas e sementes úmidas. Observa-se que as sementes úmidas sem resfriamento 25,5 °C ($\pm 0,3$) diminuíram sua porcentagem de vigor ao longo do armazenamento.

Quando se analisa a diferença estatística em relação ao controle (dia 0) na menor temperatura 13,3 °C ($\pm 1,0$), observa-se uma estabilidade das sementes secas e das sementes úmidas até os 40 dias. Já para as sementes resfriadas na temperatura intermediária 17,4 °C ($\pm 0,8$) ocorre redução do vigor aos 20 dias, e aos 40 dias de armazenamento para as sementes úmidas, e as sementes sem refrigeração (25,5 °C ($\pm 0,3$)) têm perda de vigor a partir dos 30 dias de armazenamento.

A Figura 9 representa a porcentagem de vigor da cultivar ORSENNA. Observa-se que há diferença estatística em relação ao fator teor de água em todos os períodos e temperaturas analisadas. Para o fator temperatura não houve uma diferença nos períodos e temperaturas analisados.

As sementes úmidas apresentaram menor vigor que as sementes secas em todas as temperaturas avaliadas. Na menor temperatura (13,3 °C ($\pm 1,0$)), observou-se maior vigor das sementes úmidas em relação ao controle nos 10, 20 e 30 dias. Nas sementes em temperatura intermediária (17,4 °C ($\pm 0,8$)) observou-se maior vigor em relação ao controle (dia 0) para as sementes secas aos 20 e 30 dias e após os 20 dias para as sementes secas sem resfriamento, e aos 10 e 20 dias para as sementes úmidas.

Luccas (2015) analisou o resfriamento em sementes de soja mantidas em armazém convencional com temperatura ambiente e armazém refrigerado com temperatura controlada. As sementes foram resfriadas a 12 e 13 °C e armazenadas por um período de 180 dias. Esse trabalho mostra que o vigor (envelhecimento acelerado) expressa uma queda de 84% nas sementes não resfriadas armazenadas em temperatura ambiente. Já as sementes não resfriadas armazenadas em temperatura controlada demonstraram uma queda de 54%.

No presente trabalho embora não haja diferença estatística é possível observar uma redução na porcentagem de vigor aos 40 dias de armazenamento. Isso mostra a importância do armazenamento adequado para a manutenção da qualidade e da viabilidade das sementes.

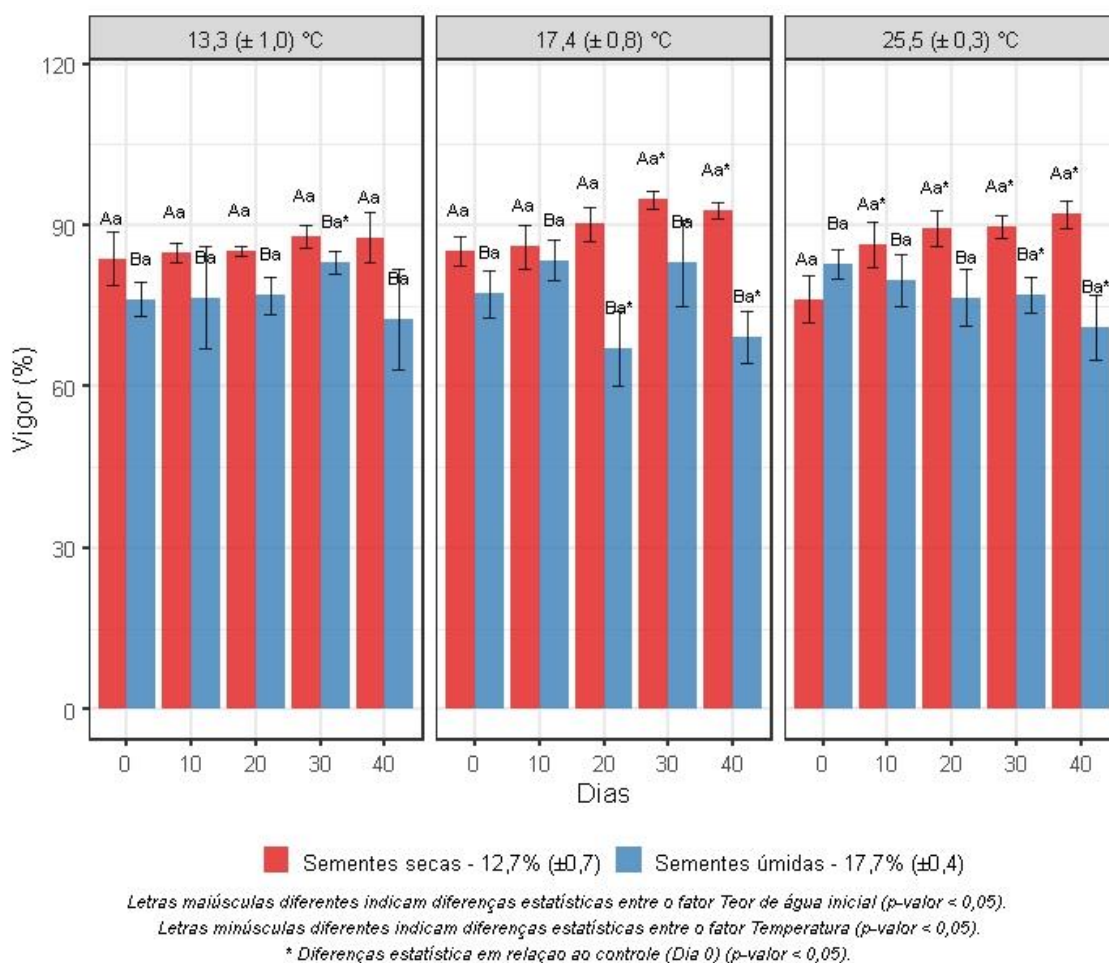


Figura 8 Porcentagem de vigor da cultivar TBIO Ponteiro, analisada em sementes com alta e baixa umidades em três temperaturas diferentes durante 40 dias de armazenamento em armazém convencional com isolamento térmico.

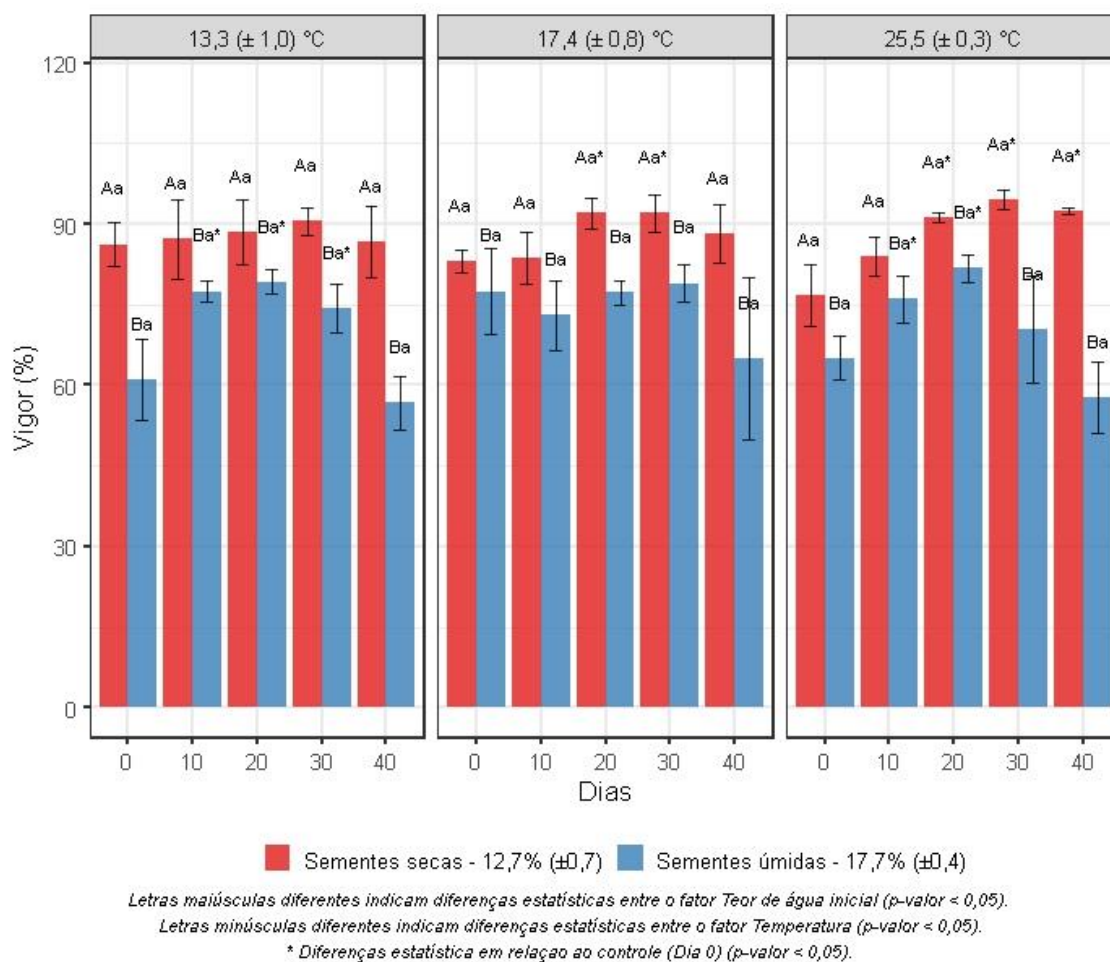


Figura 9 Porcentagem de vigor da cultivar ORSSENA, analisada em sementes com alta e baixa umidades em três temperaturas diferentes durante 40 dias de armazenamento em armazém convencional com isolamento térmico.

5.1.4 Alterações na porcentagem de emergência das sementes em substrato de areia

A Figura 10 apresenta a porcentagem de emergência das sementes em substrato de areia da cultivar TBIO Ponteiro. Observa-se que não houve diferença estatística entre as temperaturas nos períodos analisados.

As sementes resfriadas na menor temperatura 13,3 °C (±1,0) apresentam diferença estatística aos 10 dias de armazenamento tanto para as sementes secas quanto as sementes úmidas em relação às sementes controle (dia 0). Para as sementes resfriadas na temperatura intermediária 17,4 °C (±0,8) e na temperatura sem resfriamento 25,5 °C (±0,3) essa diferença estatística também ocorre aos 10 dias de armazenamento, porém apenas para as sementes úmidas.

Observa-se que as sementes nas três temperaturas analisadas aos 10 dias de armazenamento apresentam diferença significativa em relação ao dia 0, mostrando um aumento na porcentagem de emergência. Isso pode ser explicado por Guimarães (1999), que relata que a capacidade de germinação das sementes aparece em seus primeiros estágios

de formação. No caso da espécie de trigo suas sementes levam 5 dias após a maturação fisiológica para apresentarem alguma germinação. Porém, essa capacidade de germinar só acontece em uma pequena quantidade de sementes, frequentemente depois desse ponto essa capacidade de germinação volta a aumentar.

Na condição sem resfriamento ($25,5\text{ °C} (\pm 0,3)$), aos 10 dias de armazenamento há um ligeiro aumento na emergência para as sementes úmidas e aos 20 dias de armazenamento para as sementes secas. Observa-se queda acentuada na qualidade das sementes após 20 dias de armazenamento para as sementes úmidas, e a partir dos 30 dias tanto para as sementes secas quanto para as sementes úmidas.

A Figura 11 representa a porcentagem de emergência em canteiros de areia para a cultivar ORSSENA. Observa-se diferença estatística no fator teor de água em todos os períodos e temperaturas analisados. Para o fator temperatura não houve uma diferença estatística para os períodos e temperaturas analisados.

Comparando a diferença estatística em relação ao dia 0, para as sementes resfriadas na menor temperatura $13,3\text{ °C} (\pm 1,0)$ essa diferença acontece aos 10 dias de armazenamento para as sementes secas e úmidas, e aos 20 e 30 dias de armazenamento para as sementes úmidas, ambas com uma porcentagem de emergência maior que o período controle.

Para as sementes resfriadas na temperatura intermediária $17,4\text{ °C} (\pm 0,8)$, a diferença estatística está aos 10 dias, e aos 20 dias de armazenamento para as sementes secas e sementes úmidas, aos 30 dias para as sementes úmidas e com 40 dias para as sementes secas.

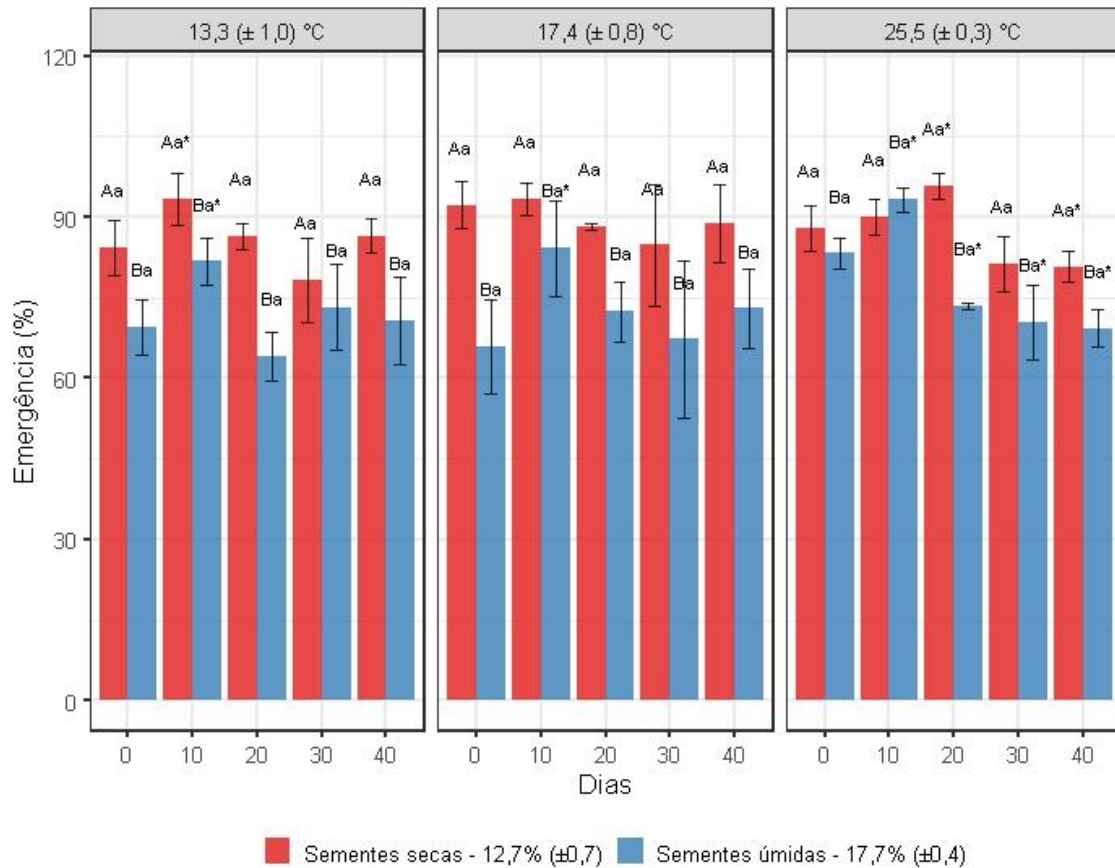
Sementes sem resfriamento na temperatura de $25,5\text{ °C} (\pm 0,3)$ ocorre a diferença estatística aos 10, 30 e 40 dias para as sementes secas.

Virgolino (2014) analisou em seu trabalho com sementes de soja que a emergência tem uma tendência de crescimento linear, com o tempo de armazenamento, do número de plântulas normais, com valores de 93,3 a 97,9%.

Minuzzi et al. (2013) verificaram comportamento adverso em sementes de soja, ao longo de 21 dias, com crescimento no número de plântulas normais nos sete primeiros dias e decréscimo para valores inferiores ao inicial nas duas semanas finais.

Zuchi et al. (2013) relatam em seu trabalho que a emergência em canteiros de areia foi maior para os lotes de sementes de soja que foram resfriados do que os não resfriados, com redução na qualidade das sementes ao longo do tempo de armazenamento.

Embora as sementes sem resfriamento não mostrem diferença estatística é possível observar uma redução com o passar dos dias de armazenamento. Essa redução não é visível nas sementes que receberam resfriamento, ou seja, para a emergência o resfriamento foi benéfico.



Letras maiúsculas diferentes indicam diferenças estatísticas entre o fator Teor de água inicial (p -valor $< 0,05$).

Letras minúsculas diferentes indicam diferenças estatísticas entre o fator Temperatura (p -valor $< 0,05$).

* Diferença estatística em relação ao controle (Dia 0) (p -valor $< 0,05$).

Figura 10 Porcentagem de emergência da cultivar TBIO Ponteiro, analisada em sementes com alta e baixa umidades em três temperaturas diferentes durante 40 dias de armazenamento em armazém convencional com isolamento térmico.

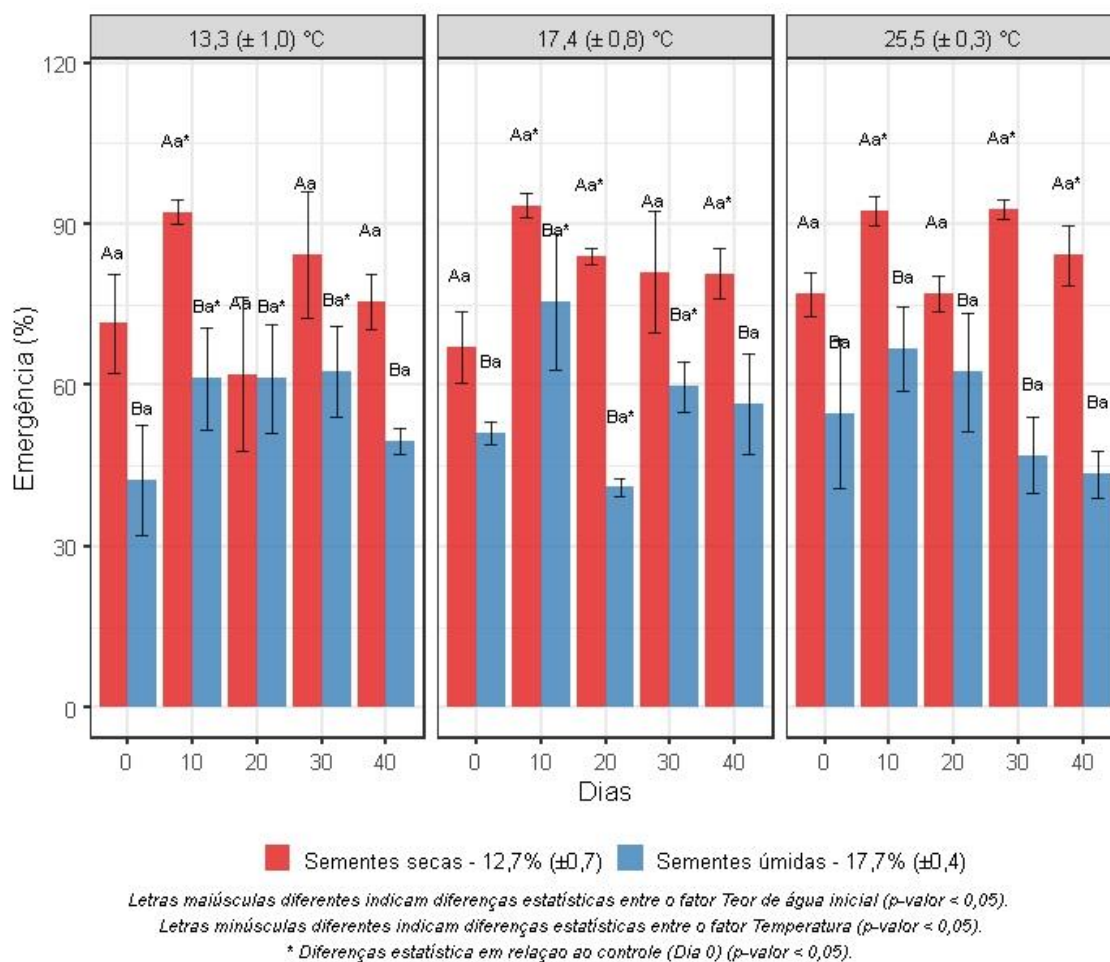


Figura 11 Porcentagem de emergência da cultivar ORSSENN, analisada em sementes com alta e baixa umidades em três temperaturas diferentes durante 40 dias de armazenamento em armazém convencional com isolamento térmico.

5.1.5 Alterações na massa seca

A Figura 12 representa a massa seca da cultivar TBIO Ponteiro. Observa-se que não houve diferença significativa para a massa seca em relação ao teor de água das sementes ou à temperatura, ou seja, independente desses fatores, os valores médios de massa seca da parte aérea não apresentam diferenças significativas.

Porém, quando se analisam as sementes na menor temperatura de resfriamento 13,3 °C (±1,0) e na maior temperatura sem resfriamento 25,5 °C (±0,3) há diferença estatística em relação ao controle (dia 0) para as sementes secas aos 30 dias de armazenamento. Para as sementes resfriadas na temperatura intermediária 17,4 °C (±0,8) essa diferença estatística também ocorre aos 30 dias de armazenamento, porém ocorre tanto nas sementes secas quanto nas sementes úmidas. Isso é um indicativo de que a temperatura baixa aplicada nas sementes vindas do campo contribuiu para retardar a perda de qualidade fisiológica.

Na Figura 13 observa-se a massa seca da parte aérea da cultivar ORSSENN, em que as sementes resfriadas na menor temperatura 13,3 °C (±1,0) tiveram diferença estatística no

fator teor de água; apenas o período de 20 dias não mostra diferença entre as sementes secas e sementes úmidas.

Nas sementes resfriadas na temperatura intermediária $17,4\text{ °C} (\pm 0,8)$, o único período que não mostra diferença estatística no fator teor de água é aos 10 dias de armazenamento. Para as sementes na maior temperatura e sem resfriamento $25,5\text{ °C} (\pm 0,3)$ há diferença no fator teor de água no período 0, e aos 40 dias de armazenamento, o período de 10, 20 e 30 dias de armazenamento não mostram diferença estatística no fator teor de água.

Quando se comparam as temperaturas, observa-se que na menor temperatura $13,3\text{ °C} (\pm 1,0)$ no dia 0, e 10 dias após o armazenamento há diferença estatística para as sementes úmidas em relação às demais temperaturas analisadas. Com 20 dias de armazenamento não tem diferença estatística entre as temperaturas, com 30 dias há uma diferença estatística para as sementes secas, e com 40 dias de armazenamento a diferença está tanto nas sementes secas quanto nas sementes úmidas.

Quando se comparam as sementes analisadas nas temperaturas intermediária $17,4\text{ °C} (\pm 0,8)$ e na maior temperatura sem resfriamento $25,5\text{ °C} (\pm 0,3)$ não há diferença estatística entre elas, ou seja, resfriar as sementes a uma temperatura intermediária de $17,4\text{ °C} (\pm 0,8)$ ou armazená-las na temperatura sem resfriamento de $25,5\text{ °C} (\pm 0,3)$ para massa seca de parte aérea não faz diferença. Este é um comportamento diferente do que acontece na menor temperatura $13,3\text{ °C} (\pm 1,0)$ em que é possível observar valores maiores de massa seca da parte aérea.

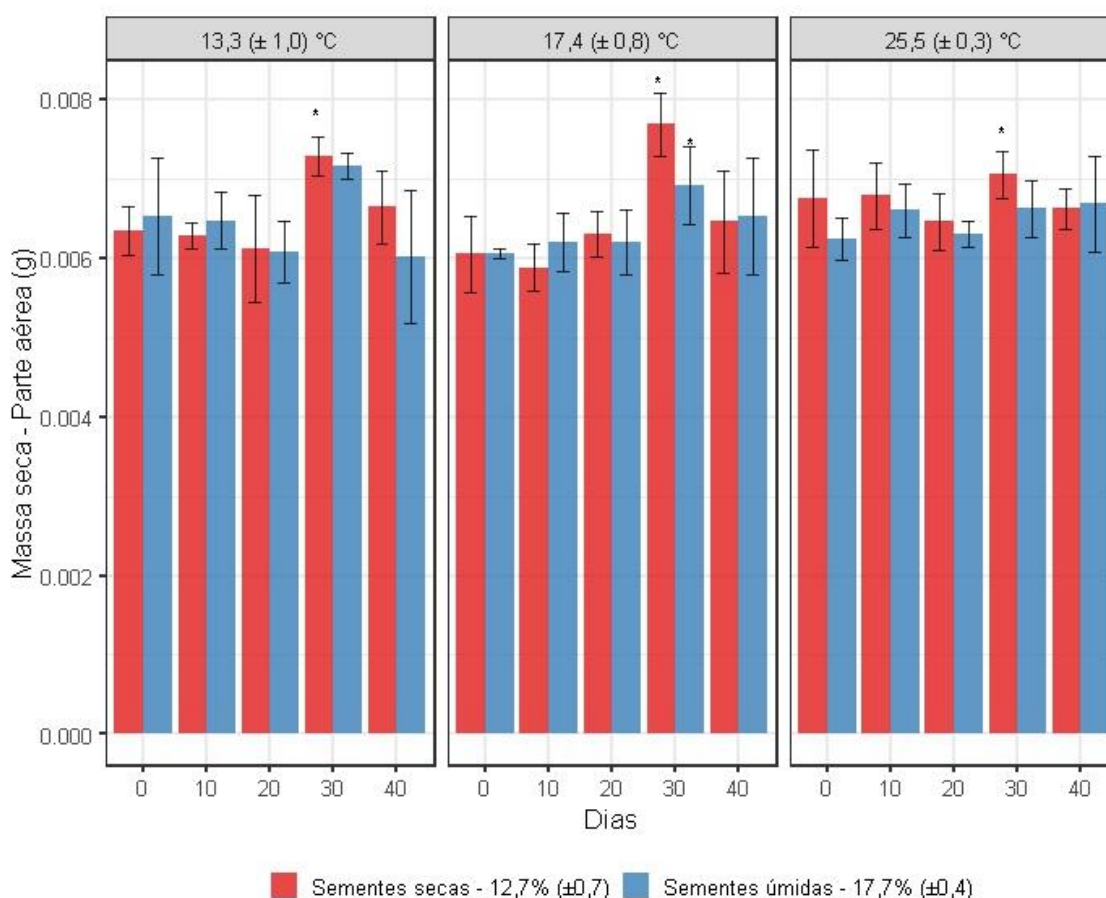
Analisando a diferença estatística em relação ao controle (dia 0), para as sementes na menor temperatura de $13,3\text{ °C} (\pm 1,0)$ esta diferença acontece aos 30 dias de armazenamento tanto para as sementes secas quanto para as sementes úmidas, e aos 40 dias apenas para as sementes úmidas. Sementes analisadas na temperatura intermediária $17,4\text{ °C} (\pm 0,8)$ e na maior temperatura sem resfriamento $25,5\text{ °C} (\pm 0,3)$ a diferença estatística em relação ao dia 0 acontece com 30 dias de armazenamento, tanto para sementes secas quanto para as sementes úmidas.

Os resultados encontrados no trabalho realizado mostram que em todas as temperaturas analisadas aos 30 dias de armazenamento há diferença estatística em relação ao controle, ou seja, conforme passou o período de armazenamento a massa seca de parte aérea foi maior. As sementes analisadas na menor temperatura $13,3\text{ °C} (\pm 1,0)$ aos 40 dias de armazenamento apresentam diferença em relação ao controle, podendo concluir que para a massa seca de parte aérea quanto mais resfriadas as sementes estiverem, maior potencial de vigor as sementes iram expressar, mesmo as sementes estando úmidas e apenas resfriadas.

Os estudos de Amaro et al. (2015) e Bisognin et al. (2016) relatam que a massa seca é um parâmetro eficiente para avaliar o vigor das sementes, pois quanto maior o acúmulo de matéria seca mais vigorosa é a plântula.

Dellagostin (2016) analisou em seu trabalho sementes de soja resfriadas e armazenadas em armazém climatizado, sementes não resfriadas e armazenadas em armazém climatizado, e não resfriadas, armazenadas em temperatura ambiente e armazém convencional. O autor observou que não houve diferenças significativas em relação a massa seca de parte aérea de sementes de soja analisadas.

Felicite et al. (2020) analisaram atributos fisiológicos de sementes de soja submetidas ao resfriamento artificial e apontam que não houve diferença estatística na massa seca de sementes resfriadas e sementes não resfriadas entre as cultivares de soja analisadas.



Não houveram diferenças significativas entre os fatores Teor de água inicial e Temperatura. (p-valor > 0,05).

** Diferenças estatística em relação ao controle (Dia 0) (p-valor < 0,05).*

Figura 12 Massa seca – parte aérea (g) da cultivar TBIO Ponteiro, analisada em sementes com alta e baixa umidades em três temperaturas diferentes durante 40 dias de armazenamento em armazém convencional com isolamento térmico.

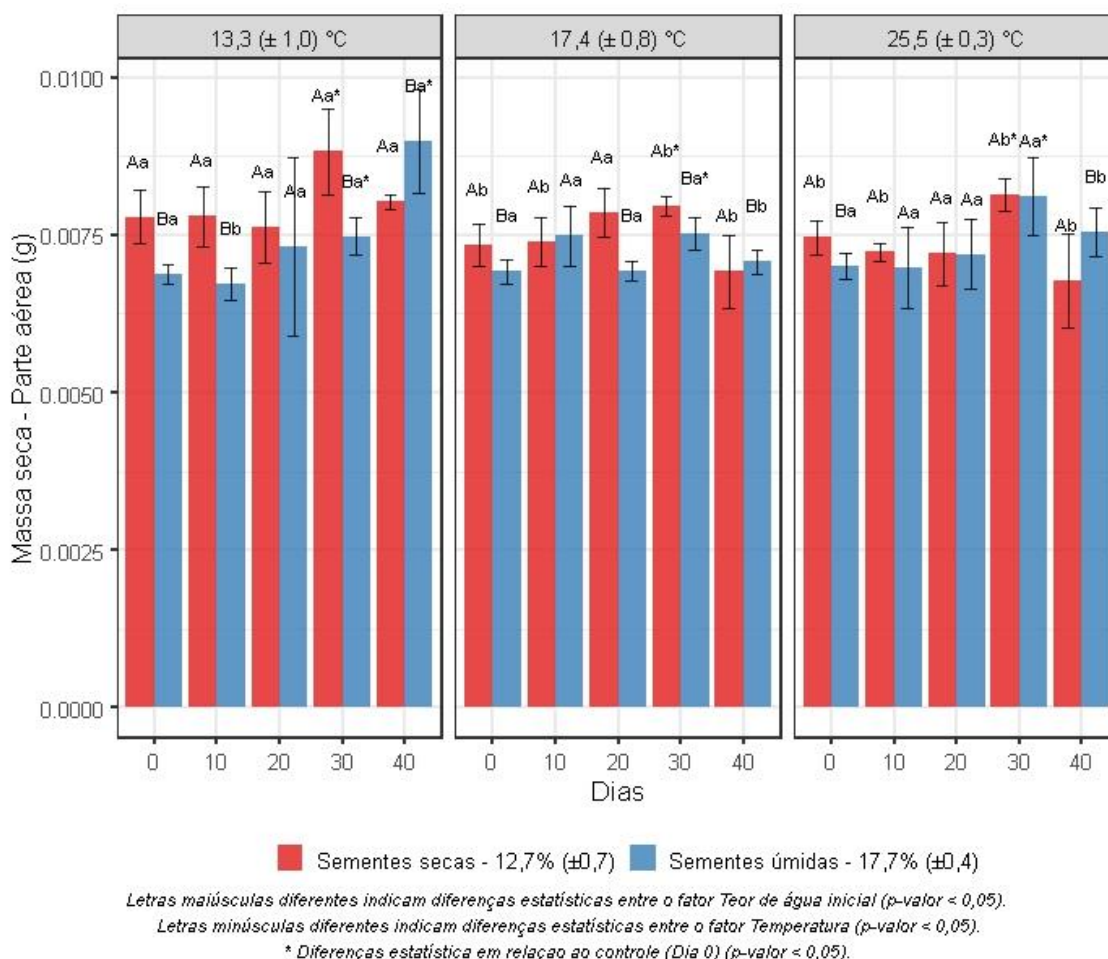


Figura 13 Massa seca – parte aérea (g) da cultivar ORSENNA, analisada em sementes com alta e baixa umidades em três temperaturas diferentes durante 40 dias de armazenamento em armazém convencional com isolamento térmico.

5.1.6 Alterações na massa seca de raiz

Os resultados da massa seca da raiz da cultivar TBIO Ponteiro estão apresentados na Figura 14, na qual se observa diferença estatística no fator teor de água das sementes em todas as temperaturas e períodos analisados.

Ao comparar os períodos de armazenamento com o controle (dia 0), as sementes na menor temperatura 13,3 °C (±1,0) obtiveram diferenças significativas a partir dos 30 dias de armazenamento, tanto para as sementes secas quanto para as sementes úmidas.

As sementes analisadas na temperatura intermediária 17,4 °C (±0,8) mostram que a diferença estatística ocorreu a partir dos 20 dias de armazenamento para as sementes úmidas; já para as sementes secas essa diferença ocorreu a partir dos 30 dias de armazenamento.

Na maior temperatura de 25,5 °C (±0,3), as sementes sem resfriamento apresentam diferença estatística aos 30 dias de armazenamento apenas para as sementes secas.

Ou seja, quando mais resfriadas as sementes forem, mais benéficas para a massa seca de raiz, já que com o passar dos dias de armazenamento se observa um aumento na massa seca.

A Figura 15 representa a massa seca da raiz da cultivar ORSSENNNA. Há diferença estatística no fator teor de água em todos os períodos e temperaturas analisados. Já para as temperaturas analisadas não houve uma diferença estatística nos períodos analisados, ou seja, independente da temperatura em que as sementes foram resfriadas ou até mesmo as sementes que não foram resfriadas, para o desenvolvimento da raiz não ocorreu interferência.

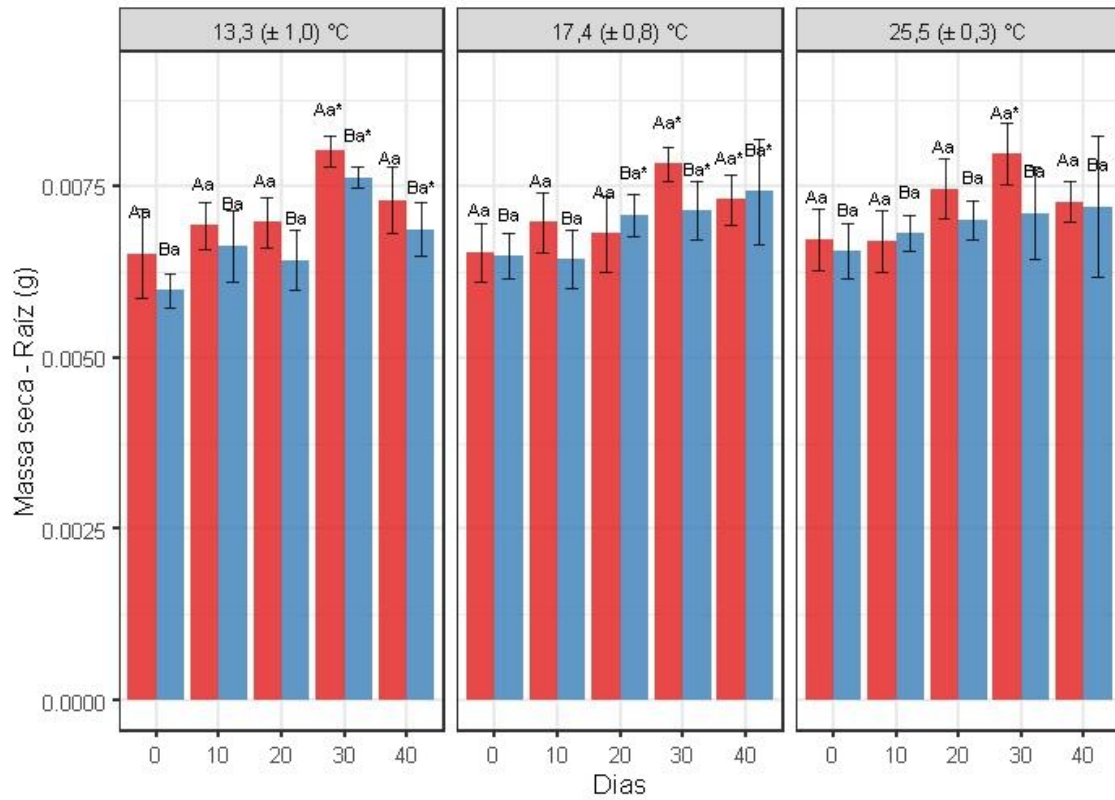
Quando comparada a diferença estatística em relação ao controle (dia 0), as sementes na menor temperatura 13,3 °C ($\pm 1,0$) no período de 10 dias mostram diferença para as sementes úmidas, e aos 40 dias de armazenamento também há diferença estatística para as sementes úmidas.

Para a temperatura intermediária 17,4 °C ($\pm 0,8$), as sementes apresentam diferença estatística aos 20 dias de armazenamento para as sementes secas, e com 30 dias para as sementes secas e sementes úmidas.

As sementes na maior temperatura sem resfriamento 25,5 °C ($\pm 0,3$) mostram diferença estatística para as sementes secas com 10 dias de armazenamento, e com 30 dias de armazenamento para as sementes secas e sementes úmidas.

Araújo et al. (2019), em seu trabalho realizado com trigo, encontrou resultados de massa fresca e massa seca de plântulas, apresentando diferença significativa, com diminuição no peso das plântulas após o período de armazenamento, demonstrando, a partir da avaliação da massa fresca e massa seca de plântulas, que o armazenamento afetou o vigor das sementes de trigo.

Resultados diferentes foram encontrados no trabalho, em que, com o passar do tempo, alguns períodos analisados mostram uma diferença nas temperaturas analisadas, sendo maior que o período controle (dia 0): quanto mais foram resfriadas as sementes mesmo estando úmidas elas conseguiram expressar mais potencial de massa seca da raiz.



■ Sementes secas - 12,7% (±0,7) ■ Sementes úmidas - 17,7% (±0,4)

Letras maiúsculas diferentes indicam diferenças estatísticas entre o fator Teor de água inicial (p-valor < 0,05).

Letras minúsculas diferentes indicam diferenças estatísticas entre o fator Temperatura (p-valor < 0,05).

** Diferença estatística em relação ao controle (Dia 0) (p-valor < 0,05).*

Figura 14 Massa seca de raiz (g) da cultivar TBIO Ponteiro, analisada em sementes com alta e baixa umidades em três temperaturas diferentes durante 40 dias de armazenamento em armazém convencional com isolamento térmico.

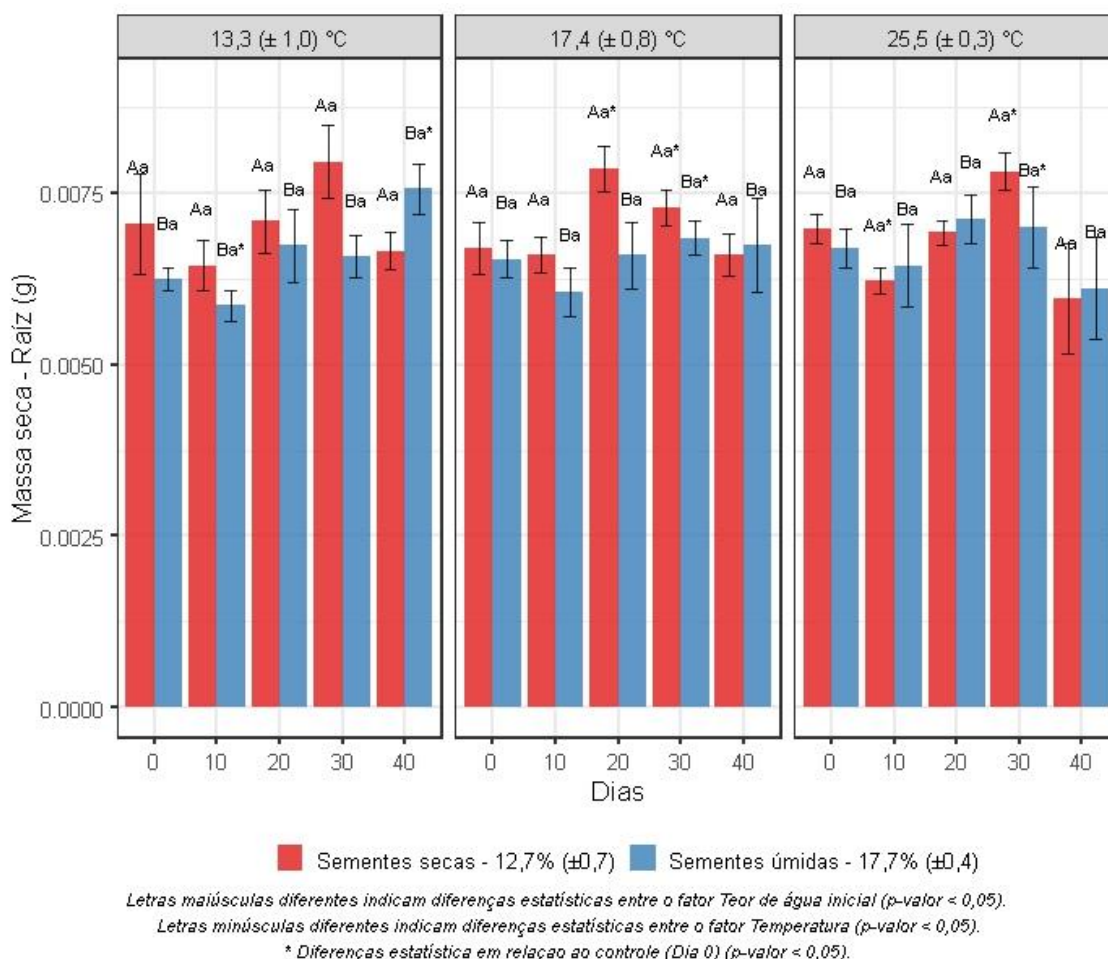


Figura 15 Massa seca de raiz (g) da cultivar ORSENNA, analisada em sementes com alta e baixa umidades em três temperaturas diferentes durante 40 dias de armazenamento em armazém convencional com isolamento térmico.

5.3 Relação entre as variáveis fisiológicas das cultivares TBIO Ponteiro e ORSENNA

A Figura 16 demonstra a matriz de correlação entre as variáveis respostas analisadas da cultivar TBIO Ponteiro e da cultivar ORSENNA. Os valores de correlação variam de -1 (parte vermelha da escala gráfica) e +1 (parte azul na escala gráfica), em que, quanto mais próximos de -1, maior é a correlação negativa entre as variáveis. Da mesma forma, quanto mais próximo o valor da correlação estiver de +1, maior é a correlação positiva entre as variáveis. Valores próximos de zero pressupõem que não há correlação entre as variáveis.

Nota-se na Figura 16 que as variáveis germinação, emergência e vigor da cultivar TBIO Ponteiro possuem correlação positiva moderada com as variáveis germinação, emergência e vigor da cultivar ORSENNA, com valores de correlação, em geral, superiores a 0,6.

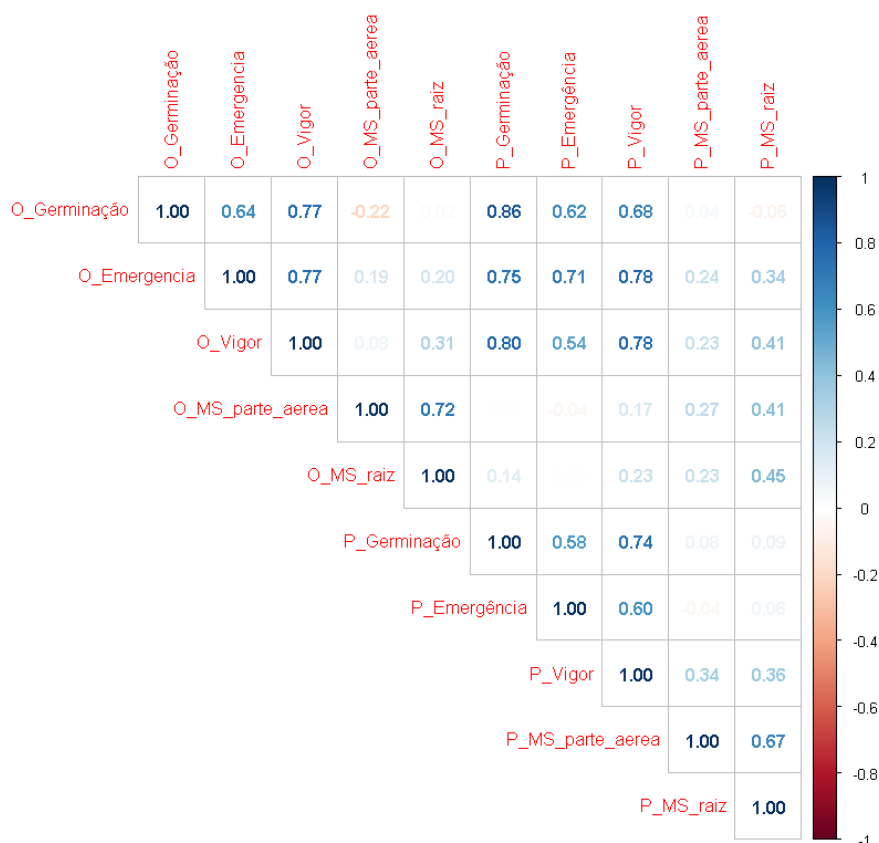


Figura 16 Matriz de correlação linear de Pearson para as variáveis fisiológicas da cultivar TBIO Ponteiro e cultivar ORSENNA.

LEGENDA: O_Germinação: Percentual de germinação da cultivar ORSENNA; P_Germinação: Percentual de germinação da cultivar TBIO Ponteiro; O_Emergencia: Percentual de emergência da cultivar ORSENNA; P_Emergencia: Percentual de germinação da cultivar TBIO Ponteiro; O_Vigor: Percentual de vigor da cultivar ORSENNA; P_Vigor: Percentual de vigor da cultivar TBIO Ponteiro; O_MS_parte_aerea: Massa seca da parte aérea da cultivar ORSENNA; P_MS_parte_aerea: Massa seca da parte aérea da cultivar TBIO Ponteiro; O_MS_raiz: Massa seca de raiz da cultivar ORSENNA; P_MS_raiz: Massa seca de raiz da cultivar TBIO Ponteiro; Valores em negrito indicam correlação significativa e diferente de zero ($p < 0,05$).

Na Figura 17 observa-se o gráfico Biplot, resultante da análise multivariada (ACP) para as variáveis respostas das cultivares TBIO Ponteiro e ORSENNA. O gráfico é composto pelos vetores das variáveis respostas e, no mesmo plano cartesiano, os tratamentos foram inseridos como variável suplementar, com o objetivo de visualizar a relação entre as variáveis respostas e os tratamentos. Ao considerar o Componente Principal 1 (65,2%) e o Componente Principal 2 (17,8%), a ACP foi capaz de representar 83% da variabilidade total dos dados.

Para otimizar a área gráfica, os tratamentos foram descritos da seguinte forma: Tempo - Teor de água - Temperatura, em que, Tempo são os dias de armazenamento (0, 10, 20, 30, 40), Teor de água: UA = 17,7 ($\pm 0,4$)% e UB = 12,7 ($\pm 0,7$)%, Temperatura: TB = 13,3 ($\pm 1,0$) °C, TM = 17,4 ($\pm 0,8$) °C e TA = 25,5 ($\pm 0,3$) °C.

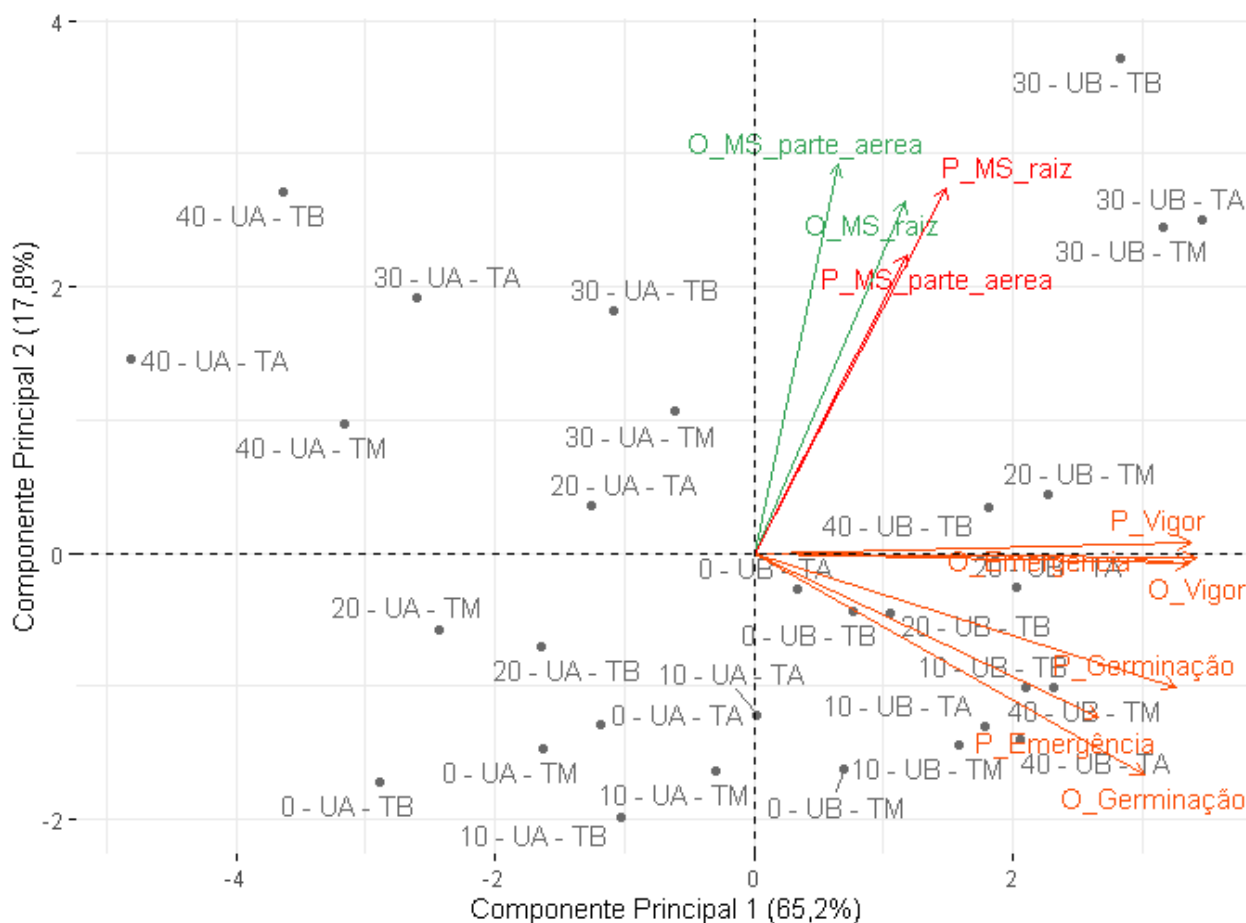


Figura 17 Gráfico Biplot da análise de componentes principais (ACP) para as variáveis fisiológicas da cultivar TBIO Ponteiro e cultivar ORSSENNNA.

LEGENDA: O_Germinação: Percentual de germinação da cultivar ORSSENNNA; P_Germinação: Percentual de germinação da cultivar TBIO Ponteiro; O_Emergencia: Percentual de emergência da cultivar ORSSENNNA; P_Emergencia: Percentual de emergência da cultivar TBIO Ponteiro; O_Vigor: Percentual de vigor da cultivar ORSSENNNA; P_Vigor: Percentual de vigor da cultivar TBIO Ponteiro; O_MS_parte_aerea: Massa seca da parte aérea da cultivar ORSSENNNA; P_MS_parte_aerea: Massa seca da parte aérea da cultivar TBIO Ponteiro; O_MS_raiz: Massa seca de raiz da cultivar ORSSENNNA; P_MS_raiz: Massa seca de raiz da cultivar TBIO Ponteiro; Valores em negrito indicam correlação significativa e diferente de zero ($p < 0,05$).

No gráfico Biplot (Figura 17) os vetores posicionados próximos (com menor ângulo possível) ou sobrepostos (ângulo = 0°) indicam que as variáveis representadas por esses vetores possuem correlação positiva entre si. Por exemplo, as variáveis germinação, emergência e vigor em ambas as cultivares encontram-se no mesmo quadrante e próximas entre si, o que confirma a correlação já observada na matriz de correlação anterior (Figura 16). Além disso, nota-se que os percentuais de germinação, emergência e vigor foram altos para as duas cultivares.

Observou-se que os parâmetros de qualidade fisiológica das variedades avaliadas apresentaram tendência semelhante, indicando que mesmo com ciclo diferente, as sementes

respondem de maneira semelhante à aplicação de resfriamento antes do processo de secagem.

5.4 Resultados gerais

Para o teor de água da cultivar TBIO Ponteiro observa-se uma redução com o passar do tempo: quanto maior a temperatura maior o decréscimo. Nas menores temperaturas, as sementes demoram um pouco mais para ocorrer essa perda. Já para a cultivar ORSSENNNA, essa perda de água acontece desde a temperatura mais baixa até a mais alta.

Na germinação da cultivar TBIO Ponteiro observa-se que as sementes que não passaram pelo processo de resfriamento começam a perder qualidade aos 30 dias de armazenamento para as sementes úmidas, e aos 40 dias de armazenamento para as sementes secas. As sementes secas e resfriadas nas menores temperaturas mostram longevidade maior. A cultivar ORSSENNNA mostra que mesmo na temperatura mais baixa aos 30 dias de armazenamento a porcentagem de germinação das sementes úmidas começa a cair. O mesmo acontece para as demais temperaturas, porém essa queda começa acontecer aos 20 dias de armazenamento.

Em ambas as cultivares o Vigor das sementes resfriadas na menor temperatura mostra uma longevidade maior das sementes, mostrando uma redução aos 40 dias. Na temperatura mais alta para a cultivar TBIO Ponteiro essa redução ocorre aos 30 dias para as sementes úmidas. A cultivar ORSSENNNA apresenta uma longevidade maior, mostrando uma queda aos 40 dias de armazenamento mesmo não sendo uma diferença estatística.

Ambas as cultivares na emergência mostram que as sementes com o resfriamento artificial têm um período de longevidade maior. As sementes úmidas sem resfriamento têm um pico na porcentagem de germinação aos 10 dias de armazenamento, depois começam a ter uma queda na porcentagem.

Para a massa seca de parte aérea da cultivar TBIO Ponteiro não houve diferença significativa para o teor de água inicial. O mesmo aconteceu para a temperatura, ou seja, independente da temperatura de armazenamento, os valores médios de massa seca da parte aérea não apresentam diferenças significativas.

Para a cultivar ORSSENNNA a massa seca de parte aérea tem um aumento aos 30 dias de armazenamento em todas as temperaturas analisadas, sendo superior ao dia 0. Na menor temperatura essa diferença estatística também ocorre para as sementes úmidas, porém ocorre aos 40 dias de armazenamento.

Em ambas cultivares analisadas a massa seca da raiz mostra um aumento com o passar do tempo nas temperaturas mais baixas, tanto para as sementes secas quanto as sementes úmidas. Conforme aumenta a temperatura, essas sementes vão se mantendo mais

próximas dos valores do dia 0, o que demonstra que quanto mais resfriadas estiverem as sementes, mais benéfico para o desenvolvimento das raízes.

6 CONCLUSÃO

As qualidades fisiológicas das duas cultivares, embora de ciclos diferentes, responderam de maneira semelhante ao resfriamento antes do processo de secagem.

Sementes com alto teor de água perdem a qualidade fisiológica mais rápido, mesmo resfriadas antes de pré-secagem, quando comparadas com as sementes secas.

O resfriamento foi capaz de retardar a perda de qualidade fisiológica das sementes: esse fato foi mais evidente nos parâmetros de massa seca de raiz e parte aérea, indicando que mais estudos são importantes nessa área para reduzir perdas no armazenamento.

7 REFERÊNCIAS

- AMARAL, A. S.; PESKE, S. T. Testes para avaliação rápida da qualidade fisiológica de sementes de trigo. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 6, n. 1, 2000. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/index.php/CAST/article/view/298/293>. Acesso em 20 mar. 2022.
- AMARO, H. T. R.; DAVID, A. M. S. S.; ASSIS, M. O.; RODRIGUES, B. R. A.; CANGUSSÚ, L. V. S.; OLIVEIRA, M. B. Testes de vigor para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro. **Revista de ciências Agrárias**, v. 38, n. 3, p. 383-389, 2015.
- AVELAR, S. A.; PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; Avanços na secagem de sementes emprego de ar desumidificado por resfriamento, **SEED News**, n.4, jul. 2012. Disponível em: <https://seednews.com.br/artigos/908-avancos-na-secagem-de-sementes-edicao-julho-2012>. Acesso em: 22 nov. de 2021.
- BAILEY, C. H.; A. M. GURJAR. Respiration of cereal plants and grains. II. Respiration of sprouted wheat. **Journal of Biological Chemistry**, v. 44, n. 1, p. 5-7, 1920. Doi: [https://doi.org/10.1016/S0021-9258\(18\)86263-9](https://doi.org/10.1016/S0021-9258(18)86263-9).
- BARRETO, F. A. Processo de resfriamento de sementes. **SEED News**, n.3, maio 2009. Disponível em: <https://seednews.com.br/artigos/1722-processo-de-resfriamento-de-sementes-edicao-maio-2009>. Acesso em: 22 nov. 2021.
- BARROS NETO, J. J. S.; ALMEIDA, F. de A. C.; GONÇALVES, C. C. **Sementes: Estudos tecnológicos**. Aracaju: IFS, 2014. p.156-166.
- BAUDET, L.; VILLELA, F.A. Armazenamento de sementes. In: PESKE, S. T.; VILELLA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. 3a.ed. Pelotas: Ed. Universitária/UFPel, 2012. p. 481-528.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2.ed. New York: Plenum Press, 1994. 445p.
- BISOGNIN, M. B.; KULCZYNSKI, S. M.; FERRARI, M.; GAVIRAGHI, R.; PELEGRIN, A. J. de; SOUZA, V. Q. de. Desempenho fisiológico de sementes olerícolas em diferentes tempos de hidro condicionamento. **Revista de ciências Agrárias**, v. 39, n. 3, p. 349-359, 2016.
- BOX GEP; COX DR. An analysis of transformations. **Journal of the Royal Society**, v. 26, p. 211-252, 1964.
- BRAGANTINI, C. **Alguns Aspectos do Armazenamento de Sementes e Grãos de Feijão**. Santo Antônio de Goiás, GO: Embrapa, 2005.
- BRASIL, Portaria n.º 538, de 15 de dezembro de 2015. Disponível em: <https://assets.revistacultivar.com.br/26dec8ad-c4f5-4d3b-8bc4-5b23e4f8cfb8.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2022.
- BRASIL. LEI N°10.711, DE 5 DE AGOSTO DE 2003 **Diário Oficial da União**, Brasília, Distrito Federal, 6 ago. 2003. Seção 1, p.1.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa MAPA nº 45, 17 set. 2013. Padrões de identidade e qualidade para a produção e a comercialização de sementes. **Diário Oficial da União**, Brasília, Distrito Federal, 18 set. 2013, Seção 1, n. 183, p. 6.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa MAPA nº 9, 02 jun. 2005. Normas para a produção, comercialização e utilização de sementes. **Diário Oficial da União**, Brasília, Distrito Federal, 10 jun. 2005, Seção 1, p. 4.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. 2009. 399p.

CANTON, A. R. **Resfriamento dinâmico e qualidade de sementes de soja**. 2010. 36f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2010. Disponível em: https://guaiaca.ufpel.edu.br/bitstream/handle/123456789/1513/dissertacao_antenor_reinaldo_canton.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 7 ago. 2023.

CARPI, V. A. F. **Controle da Produção de Sementes e Mudanças – SIGEF**. Disponível em: <https://dados.gov.br/dataset/dados-referentes-ao-controle-da-producao-de-sementes-sigef>. Acesso em 10 abr. 2022.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 3a.ed. Campinas/SP: Fundação Cargill, 1983.

CASTRO, R. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M. Desenvolvimento de sementes e conteúdo de água. In: FERREIRA, G. A.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**: 1a.ed. Porto Alegre/RS: Artmed, 2004. p.49-65.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **A cultura do trigo**. Disponível em: https://www.conab.gov.br/uploads/arquivos/17_04_25_11_40_00_a_cultura_do_trigo_versao_digital_final.pdf. Acesso em: 22 nov. 2021.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Trigo – Análise Mensal – Fevereiro 2022**. Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuario-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-trigo/item/download/41464_8ad72d682a811690d9c63ecd1ef80693. Acesso em: 10 fev. 2022.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Trigo – Análise Mensal – Abril 2023**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuario-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-trigo/item/20647-trigo-analise-mensal-abril-2023>. Acesso em: 05 ago. 2023.

CORRÊA, O. de O. **Utilização de casca de arroz carbonizada e terra de diatomácea na manutenção da qualidade de sementes de trigo e no controle Sitophilus zeamais Motschulsky 1855**. 2015. 75f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015.

CORRÊA, P. C.; GONELI, A. L. D.; RESENDE, O.; RIBEIRO, D. M. Obtenção e modelagem das isotermas de dessecção e do calor isostérico de dessecção para grãos de trigo. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.7, n.1, p.39-48, 2005. ISSN 1517-8595.

CORRÊA, P.C.; BOTELHO, F.M.; BOTELHO, S.C.C.; GONELI, A.L.D. Isotermas de sorção de água de frutos de Coffea canephora. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, p.1047-1052, 2014.

DARONCH J. W. **Resfriamento e Armazenamento de Sementes de Soja: Interações com a Qualidade Fisiológica**. 2017. 40f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2017. Disponível em: http://guaiaca.ufpel.edu.br:8080/bitstream/prefix/4463/1/dissertacao_willian_jose_daronch.pdf. Acesso em: 19 nov. 2021.

DELLAGOSTIN, S. M. **Qualidade de sementes de soja resfriadas sob sistema dinâmico, armazenadas em ambiente climatizado e temperatura ambiente**. 2016. 62 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2016. Disponível em: https://tede.unioeste.br/bitstream/tede/2697/1/Simone%20_Morgan%20Dellagostin.pdf. Acesso em: 01 ago. 2023.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Trigo**. Disponível em <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/trigo1>. Acesso em: 20 nov. 2021.

FELICETI, M. L.; SIEGA, T. de C.; SILVA, M. da; MASIERO, M. A.; SANTOS, I. N.T. dos; QUISINI, R.; BAHRY, C. A. Atributos fisiológicos das sementes de soja submetidas ao resfriamento artificial. **Research, Society and Development**, v. 9, n.11, e1299119682, 2020.

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A.; PÁDUA, G. P. de; LORINI, I.; HENNING, F. A. **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade**. Londrina: Embrapa Soja, 2016. 82p.

GOLDFARB, M.; QUEIROGA, V. P. Considerações sobre o armazenamento de sementes. **Revista Ciencia y Tecnología Agropecuaria**, v. 7, n. 3, set. 2013. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/982507/1/sementes.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2022.

GRIS, C. F.; VON PINHO, E. V. de R.; ANDRADE, T.; BALDONI, A.; CARVALHO, M. L. de M. Qualidade fisiológica e teor de lignina no tegumento de sementes de soja convencional e transgênica submetidas a diferentes épocas de colheita. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 2, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/nw5rSSwjNsThFCNMj9rSt6B/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 10 abr. 2022.

GUIMARÃES, R. M. **Produção e Tecnologia de Sementes: fisiologia de sementes**. 1999. 81f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, UFLA - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 1999.

HALL, C.W. **Drying and storage of agricultural crops**. Westport: AVI, 381p. 1980.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A. A alta qualidade de sementes de soja: fator importante para a produção da cultura. **Circular técnica 136**, Londrina: EMBRAPA, 2018.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. de; HENNING, A. A.; COSTA, N. P. da. O controle de qualidade agregando valor a semente de soja - Série sementes. **Circular técnica 54**. Londrina, 2008. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/466877/1/circotec54.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2022.

LIMA, T. C.; MEDINA, P. F.; FANAN, S. Avaliação do vigor de sementes de trigo pelo teste de envelhecimento acelerado. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 1, p. 106-113, 2006.

LOPES, D. C.; MARTINS, J. H.; MONTEIRO, P. M. B.; LACERDA FILHO, F. Efeitos de diferentes estratégias de controle no ambiente de armazenamento de grãos em regiões tropicais e subtropicais. **Revista Ceres**, v. 57, n. 2, p. 157-167, 2010.

LUCCAS, A. C. S. **Qualidade fisiológica de sementes de soja em função do pré-resfriamento e do ambiente de armazenamento**. 2015. 48f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.

MACIEL, L. M.; TUNES, L. V. M. A importância do controle de qualidade nas sementes de milho. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 5, 2021. Disponível em: <https://brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/30011/23633>. Acesso em: 10 abr. 2022.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Vol.12. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2a.ed. Londrina: Ed. ABRATES, 2015. 660p.

MARCOS FILHO, J. Testes de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina-PR: ABRATES, 2020. p. 3-1 – 3-24.

MIELEZRSKI, F.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T.; PANOZZO, L. E.; CARVALHO, R. R.; ZUCHI, J. Desempenho em campo de plantas isoladas de arroz híbrido em função da qualidade fisiológica das sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 3, p. 139-144, 2008.

MINUZZI, A.; BRACCINI, A. L. E.; RANGEL, M. A. S.; SCAPIM, C. A.; BARBOSA, M. C.; ALBRECHT, L. P. Qualidade de Sementes de Quatro Cultivares de 51 Soja, Colhidas em Dois Locais no Estado do Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 1, p. 176-185, 2010.

MORI, C. Aspectos econômicos da produção e utilização. In: BORÉN, A.; SCHEEREN, P.L. **TRIGO do plantio à colheita**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2015. 260p.

MUGNOL, D.; EICHELBERGER, L. **Qualidade de sementes**. Embrapa trigo, Passo Fundo, RS, 2008. Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do94_39.htm. Acesso em: 15 abr. 2022.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. p. 2-24. Londrina, PR: ABRATES, 2020.

OLIVEIRA NETO, A. A.; SANTOS, C. M. R. (Org.). CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **A cultura do trigo**. Brasília: Conab, 2017. 218p.

PAULILO. M. T. S.; VIANA. A. M.; RANDI. A. M. **Fisiologia Vegetal**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2015.

PEIXOTO, J. R.; VILELA, M. S.; Visão empresarial de um produtor rural/melhorista sobre o mercado de sementes. In: SILVA, C. B. M. C.; FALEIRO, F. G.; SCHERWINSKI-PEREIRA, J. E.; PEIXOTO, J. R.; MALAQUIAS, J. V.; PÁDUA, J. G.; CHAVES, L. J.; VILELA, M. S.; AMABILE, R. F. **Melhoramento de plantas variabilidade genética, ferramentas e mercado**. Brasília/DF: Proimpress, Sociedade Brasileira de Melhoramento de Plantas, 2018. p.11-22.

PESKE, S.T.; VILLELA, F.A.; MENEGUELLO, G.E. **Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos**. 3a.ed. Pelotas: Universitária, 2012, p. 14-103.

POPINIGIS, F. Necessidade de pesquisas relacionadas à qualidade fisiológica de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 9, n. 1, p. 95-103, 1988.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing.**, Austria: R Foundation for Statistical Computing Vienna, 2022. Disponível em: <https://www.R-project.org/>.

Acesso em: 20 maio 2022

SANTOS, P. E. C.; SOUZA, P. I. de M. de; CARMONA, R.; FAGIOLI, M.; SPEHAR, C. R.; VILLAS BÔAS, H. D. da C. **Semente é tecnologia**. Especial Abrasem. Agroanalysis. 2014. Disponível em: <http://www.abrasem.com.br/wp-content/uploads/2014/04/Mat%C3%A9ria-Semente-%C3%A9-Tecnologia.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2022.

SCARIOT, M.A.; ROCKENBACH, B. A.; SANTOS, R. F. dos, ELIAS, M. C.; OLIVEIRA, M. de. Qualidade de grãos de trigo colhidos com diferentes teores de umidade e armazenados em sistema hermético e convencional. **Journal of Stored Products Research**, v. 75, p. 29-34, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022474X17302680?via%3Dihub>. Acesso em: 20 maio 2022.

SCHEEREN, L. P.; BORÉM, A. **Trigo do plantio a colheita**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2015. 260p.

SILVA, E. P. da. **Qualidade fisiológica de sementes de soja submetidas A ar resfriado e mantidas em diferentes condições de armazenamento**. 2021. 71f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Pato Branco, 2021. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/24754/1/qualidadesementesresfriamentoarmazenamento.pdf>. Acesso em: 08 ago 2023.

TAKEITI, C. Y. **Trigo**. Brasília: Agência Embrapa de Informação Tecnológica, 2015. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tecnologia_de_alimentos/arvore/CONT000girlwnqt02wx5ok05vadr1qrnof0m.html. Acesso em: 20 nov. 2021.

UTINO, S.; FRANCO, D. F.; COSTA, S. V.; MAGALHÃES, A. M.; PETERS, V. J.; SILVA, M. G. **Produção de sementes**. Disponível em: https://www.google.com/search?q=%3A+https%3A%2F%2Fwww.agencia.cnptia.embrapa.br%2F+gestor%2Farroz%2Farvore%2FCONT000foh66zuv02wyiv8065610dh+n0auj1.html&oq=%3A+https%3A%2F%2Fwww.agencia.cnptia.embrapa.br%2F+gestor%2Farroz%2Farvore%2FCONT000foh66zuv02wyiv8065610dh+n0auj1.html&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOdIBBzg1MGowajeoAgCwAgA&sourceid=chrome&ie=UTF-8. Acesso em: 10 abr. 2022.

VIEIRA, E. L.; SANTOS, G.; SANTOS, A. R. dos; SILVA, J. dos S. **Manual de fisiologia vegetal**. São Luiz: EDUFMA, 2010. p. 157-179.

VIRGOLINO, Z. Z. **Aeração resfriada de sementes de soja armazenadas em diferentes embalagens**. 2014. 72f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Instituto Federal Goiano – Câmpus Rio Verde, Rio Verde, GO, 2014. Disponível em: https://sistemas.ifgoiano.edu.br/sgcursos/uploads/anexos_5/2017-12-05-11-52-39Zirvaldo%20Zenid%20Virgolino.pdf. Acesso em: 05 ago. 2023.

WETZEL, C.T. **Análise de alguns pontos da produção brasileira de sementes da safra 1995/1996**. Brasília: EMBRAPA-SPSB, 1997. 17p.

WINTER, J. C. **Manejo da Lavoura de Soja para Produção de Sementes**. 2016. 30f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

ZUCHI, J.; FRANÇA-NETO, J. de B.; SEDIYAMA, C. S.; LACERDA FILHO, A. F. de; REIS, M. S. Qualidade fisiológica de sementes de soja resfriadas dinamicamente e armazenadas. **Journal of Seed Science**, v. 35, n. 3, p. 353-360, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jss/a/W7HyTqpChrsS8TWf6sfMJZH/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 06 ago. 2023.

