



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL- CÂMPUS ERECHIM/RS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL

MAURICIO ALBERTONI SCARIOT

QUALIDADE DE SEMENTES DE TRIGO COLHIDAS COM DIFERENTES TEORES DE
ÁGUA E ARMAZENADAS EM SISTEMA CONVENCIONAL E HERMÉTICO

ERECHIM

2017

MAURÍCIO ALBERTONI SCARIOT

QUALIDADE DE SEMENTES DE TRIGO COLHIDAS COM DIFERENTES TEORES DE
ÁGUA E ARMAZENADAS EM SISTEMA CONVENCIONAL E HERMÉTICO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Federal da Fronteira Sul – Câmpus Erechim/RS como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências, sob a orientação do Prof. D. Sc. Lauri Laurenço Radünz e do Prof. Dr. Altemir José Mossi

ERECHIM

2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL

ERS 135, Km 72, nº 200

Cep: 99.700-970

Erechim - RS

Brasil

PROGRAD/DBIB - Divisão de Bibliotecas

Scariot, Maurício Albertoni

Qualidade de sementes de trigo colhidas com diferentes teores de água e armazenadas em sistema convencional e hermético/ Maurício Albertoni Scariot. -- 2017.

57 f.

Orientador: Lauri Lourenço Radünz.

Co-orientador: Altemir José Mossi.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental (PPGCTA) , Erechim, RS , 2017.

1. Triticum aestivum. 2. Antecipação de colheita. 3. Armazenamento hermético. 4. Germinação. 5. Qualidade física e sanitária. I. Radünz, Lauri Lourenço, orient. II. Mossi, Altemir José, co-orient. III. Universidade Federal da Fronteira Sul. IV. Título.

MAURÍCIO ALBERTONI SCARIOT

QUALIDADE DE SEMENTES DE TRIGO COLHIDAS COM DIFERENTES TEORES DE
ÁGUA E ARMAZENADAS EM SISTEMA CONVENCIONAL E HERMÉTICO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da
Universidade Federal da Fronteira Sul – Câmpus Erechim/RS como requisito parcial para obtenção
do título de Mestre em Ciências, defendido em banca examinadora em ____/____/20__

Orientadores (a): Prof. D. Sc. Lauri Lourenço Radünz e Prof. Dr. Altemir José Mossi.

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. D. Sc. Lauri Lourenço Radünz
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Orientador/Presidente

Prof. Dr. Altemir José Mossi
Universidade Federal da Fronteira Sul
Orientador

Prof. D. Sc. Leandro Galon
Universidade Federal da Fronteira Sul
Membro Interno

Prof. Dr. Rafael Gomes Dionello
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Membro Externo

Erechim/RS
2017

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus pelas oportunidades que me proporcionou. Agradeço à minha família, meus pais Angela e Rudimar, minha irmã Vanessa e a minha esposa Silvia, pelo apoio incondicional durante todo este período da minha vida.

Agradeço aos meus orientadores Prof. D. Sc. Lauri Laurenço Radünz e Prof. Dr. Altemir José Mossi, não somente pelo conhecimento repassado, mas também pelo companheirismo e amizade que levarei para a vida toda.

Agradeço à Universidade Federal da Fronteira Sul, a qual me proporcionou cursar Agronomia e o Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental.

Por fim agradeço a todos, que de uma forma ou outra, auxiliaram para o desenvolvimento desta pesquisa.

Muito obrigado!

RESUMO

O trigo é um dos principais alimentos consumidos no mundo, sendo uma das culturas de maior importância para a segurança alimentar. A época de colheita e o armazenamento influenciam na qualidade física, química, fisiológica e sanitária de sementes de trigo (*Triticum aestivum*). Desta forma, a realização do trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade física e sanitária, além do desempenho fisiológico de sementes de trigo em função de distintos teores de água na colheita com posterior armazenamento em sistema hermético e convencional. Para tal, foram utilizadas sementes de trigo, cultivar BRS Parrudo. O experimento foi realizado sob delineamento experimental inteiramente casualizado, disposto em esquema fatorial 5x3x2 (tempo de armazenamento x teor de água na colheita x sistema de armazenagem), com quatro repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, com posterior teste de comparação de médias (Tukey) ou análise de regressão. A colheita foi realizada quando as sementes atingiram os teores de água de 28,6; 18,5 e 12,9%, seguida de secagem a 38 °C, em estufa com circulação forçada de ar, até atingirem aproximadamente o teor de água de 13%. Posteriormente, as sementes foram armazenadas durante 240 dias sob dois sistemas, hermético (garrafas PET) e convencional (sacos de papel kraft) a temperatura ambiente. A avaliação da qualidade física e sanitária, além do desempenho fisiológico das sementes foi realizada imediatamente após a colheita e, posteriormente, a cada 60 dias por meio da determinação do teor de água, peso de mil sementes, peso hectolitro, condutividade elétrica, teste de sanidade ("Blotter Test"), teste de germinação, primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação, envelhecimento acelerado, frio, comprimento de parte aérea e matéria seca de plântulas. A qualidade física das sementes de trigo reduziu ao longo do tempo de armazenamento, independentemente do teor de água na colheita e do sistema de armazenagem; a incidência de *Fusarium* spp. e dos fungos de campo reduziu ao longo do tempo de armazenamento, enquanto que a incidência de *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp. aumentou, independentemente do teor de água na colheita e do sistema de armazenagem. A germinação das sementes de trigo, armazenadas sob sistema hermético, aumentou até os 180 dias de armazenamento devido ao processo de quebra de dormência, com posterior queda dos valores observados, enquanto que as armazenadas sob sistema convencional apresentaram queda linear germinação ao longo do armazenamento. O sistema hermético proporcionou aumento no vigor das sementes até os 120 dias de armazenamento, sendo que após este período houve redução dos valores observados. Já o sistema convencional promoveu a redução linear do vigor das sementes ao longo do armazenamento, exceto para os resultados demonstrados nos testes de primeira contagem de germinação e índice de velocidade de germinação, os quais apresentaram aumento até os 60 dias de armazenamento. O sistema hermético proporcionou melhor qualidade física e sanitária e melhor desempenho fisiológico às sementes em relação ao convencional ao final do período de armazenamento; e, o retardo na colheita influenciou negativamente na qualidade física, sanitária e o desempenho fisiológico das sementes ao longo do armazenamento.

PALAVRAS-CHAVE: *Triticum aestivum*; Antecipação de colheita; Germinação; Qualidade física e sanitária.

ABSTRACT

Wheat is one of the main cereal food consumed in the world, being one of the most important crops for food security. The harvesting time and grain storage, influence the physical, chemical, physiological and sanitary quality of wheat seeds (*Triticum aestivum*). In this way, the study aimed to evaluate the physical and sanitary quality, as well as the physiological performance of wheat seeds as a function of different grain moisture in the harvest with subsequent storage in a hermetic and conventional system. To do so, wheat seeds, cultivar BRS Parudo, was sowed. It was used a completely randomized experimental design, arranged in factor 5x3x2 (storage time x harvesting grain moisture x storage system), with four replications. The data obtained were submitted to variance analysis, with subsequent means comparison test (Tukey HSD Test) or regression analysis. The harvest was realized when the seeds reached 28.6, 18.5 e 12.9% grain moisture, following by drying at 38 °C in a forced-air-circulation oven until the water content reached approximately 13%. Subsequently, the seeds were stored for 240 days under two systems, hermetic (PET bottles) and conventional (Kraft paper bags) at room temperature. The evaluation of the physical and sanitary quality, besides the physiological performance of the seeds, was carried out immediately after the harvest and, later, every 60 days by determination of the grain moisture, thousand seed weight, hectoliter weight, electrical conductivity, sanitary test (Blotter Test), germination test, first germination count, germination speed index, accelerated aging test, cold test, shoot length and dry matter of seedlings. The physical quality of the wheat seeds reduced over the storage time, regardless of the water content in the harvest and the storage system; *Fusarium* spp. Incidence and field fungi reduced over time of storage, while *Aspergillus* spp. and *Penicillium* spp. incidence increased, regardless of the water content in the harvest and the storage system. Wheat seeds germination, stored under a hermetic system, increased up to 180 days of storage due to the dormancy breaking process, with subsequent fall of the observed values, while those stored under conventional system showed a linear decrease germination throughout the storage. The hermetic system provided an increase in seed vigor up to 120 days of storage, and after this period there was a reduction of the observed values. The conventional system promoted the linear reduction of seed vigor throughout the storage, except for the results demonstrated in the tests of first count of germination and rate of germination, which showed an increase up to 60 days of storage. The hermetic system provided better physical and sanitary quality and better physiological performance to the seeds compared to conventional at the end of the storage period; and, the harvest delay negatively influenced the physical, sanitary quality and the physiological performance of the seeds throughout the storage.

KEY-WORDS: *Triticum aestivum*; Harvest anticipation; Germination; Physical and sanitary quality.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	REFERÊNCIAS	12
3	OBJETIVOS	14
3.1	OBJETIVO GERAL.....	14
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
4.1	ARTIGO 1	16
	QUALIDADE FÍSICA E SANITÁRIA DE SEMENTES DE TRIGO EM FUNÇÃO DA COLHEITA E DO ARMAZENANAMENTO	16
	INTRODUÇÃO	17
	RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
	CONCLUSÕES.....	32
	REFERÊNCIAS.....	33
4.2	ARTIGO 2	38
	TEOR DE ÁGUA NA COLHEITA E SISTEMAS DE ARMAZENAMENTO SOBRE O DESEMPENHO FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE TRIGO	38
	INTRODUÇÃO	39
	MATERIAL E MÉTODOS	41
	RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
	CONCLUSÕES.....	53
	REFERÊNCIAS.....	54
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	58

1 INTRODUÇÃO

Os grãos de trigo (*Triticum aestivum*) são um dos principais alimentos consumidos no país e no mundo, sendo uma das culturas de maior importância para a segurança alimentar. É consumido principalmente na forma de farinha, pães e derivados, podendo ser também utilizado em rações animais (Walia, 2015)

O consumo mundial de trigo é estimado em 739,7 milhões de toneladas, com produção mundial estimada em 751,2 milhões de toneladas de grãos para a safra 2016/17 (USDA, 2016). Já a produção de trigo no Brasil, estimada para a safra 2016/17, é de 6,7 milhões de toneladas de grãos, com área semeada de 2,1 milhões de hectares e produtividade de 3,164 kg ha⁻¹. A principal região produtora de trigo é a região Sul, com área semeada de 1,9 milhões de hectares e produção total de 6,0 milhões de toneladas (Conab, 2016).

Sabe-se que além da genética e do manejo da lavoura, a utilização de sementes de alta qualidade possibilita maior estande e melhor estabelecimento das plantas na lavoura, sendo um dos fatores limitantes de altas produtividades para a cultura do trigo. A qualidade da semente é constituída por uma série de atributos, dentre eles os físicos, sanitários e fisiológicos, os quais são responsáveis pelo desempenho das sementes no campo e na armazenagem (Lima et al., 2006).

Na maturidade fisiológica as sementes apresentam maior potencial de qualidade, que tende a reduzir com o tempo, dependendo das condições climáticas a que ficam expostas no campo, como umidade relativa do ar e temperatura. Sendo assim, a qualidade da semente pode ser afetada pela época de colheita, que realizada tardiamente pode ocasionar redução da qualidade física e sanitária, além do desempenho fisiológico das sementes. A antecipação da colheita visa a retirada das sementes do campo o mais próximo possível do ponto de maturidade fisiológica. Desta forma, permite a obtenção de sementes de melhor qualidade, uma vez que evita os danos que podem ocorrer no campo, além de possibilitar o planejamento da rotação de culturas e otimizar a recepção, secagem e beneficiamento (Siddique & Wright, 2003; Farrer et al., 2006).

Estudos realizados por Teló et al. (2012) avaliaram a colheita de arroz em diferentes teores de água e constataram que o atraso na colheita reduziu a germinação e o vigor das sementes, mais acentuadamente em teores de água abaixo de 22%. Da mesma forma, Tunes et al. (2010) observaram que a antecipação da colheita favorece a qualidade de sementes de cevada, sendo os melhores resultados obtidos entre os teores de água de 18 e 26%. Diniz et. al. (2013) verificaram que o retardo em 15 dias na colheita ocasionou a redução da germinação e do vigor de sementes de soja de oito cultivares.

Após a colheita e o beneficiamento é necessário que as sementes sejam armazenadas de forma correta, evitando assim, a deterioração e a perda de qualidade. Durante esse período é de extrema importância que as condições de armazenagem sejam ideais, ou seja, que a umidade do ar e das sementes, além da temperatura e do controle de pragas estejam nos patamares ideais para a melhor conservação. No entanto, a armazenagem não possibilita incremento na qualidade das sementes, mas sim a manutenção da qualidade advinda do campo.

A armazenagem de sementes é realizada em sua maioria em sacarias ou outros recipientes, como latas. Dentre as embalagens utilizadas para a armazenagem de sementes estão os materiais permeáveis a trocas gasosas com o meio, como sacos de papel, de tecido e de plástico trançado, ou sem trocas gasosas com o meio, no caso de embalagens herméticas, como recipientes de alumínio ou de politereftalato de etileno (PET).

A armazenagem com materiais permeáveis é realizada principalmente pelo baixo custo, contudo, devido as trocas gasosas com o meio externo deve ser realizada durante curtos períodos de tempo e em locais secos. Já a armazenagem hermética possibilita a conservação das sementes por um período mais longo de tempo, uma vez que impede as trocas gasosas com o meio, possibilitando assim a redução da taxa respiratória das sementes e, conseqüentemente, a sua deterioração, além de reduzir a proliferação de pragas (Jonfia-Essien et al., 2010; Tubbs et al., 2016).

Estudando diferentes embalagens para a armazenagem de sementes de milho, feijão e arroz, Silva et al. (2010) verificaram que a embalagem hermética proporcionou menores perdas de qualidade

às sementes. Da mesma forma, Rupollo, et al. (2006) constataram que a armazenagem hermética de sementes de aveia proporciona redução na incidência de fungos e de micotoxinas, além de reduzir de forma linear a concentração de CO₂ dentro da massa de sementes, favorecendo a conservação. Hafeel et al. (2008), verificaram que o armazenamento hermético proporcionou melhores condições para o armazenamento de sementes de arroz durante quatro meses.

Além do sistema de armazenagem, o período de armazenagem influencia diretamente na qualidade das sementes da maioria das espécies, ou seja, conforme avança o período de armazenagem, maior é a redução da qualidade das sementes, mesmo as mantidas em condições adequadas de armazenagem. Isto por que durante a armazenagem as sementes sofrem a ação de inúmeros processos de deterioração, como a redução das reservas, alterações enzimáticas e em ácidos nucleicos, danos às membranas, além da acumulação de substâncias tóxicas resultantes da oxidação de ácidos graxos, como aldeídos e compostos fenólicos (Nedel, 2003).

Pesquisas realizadas por Rocha Júnior e Usberti (2007), Strelec et al. (2010) e Chattha et al. (2012), verificaram decréscimo no percentual de germinação de sementes de trigo, armazenadas sob sistema convencional, ao longo de 12 meses de armazenamento. Já Petrenko (2014) verificou redução na germinação de sementes de trigo somente após 360 dias de armazenamento.

Existem inúmeros estudos que abordam a influência da época de colheita e da armazenagem sobre a qualidade física, sanitária e o desempenho fisiológico de sementes de diferentes espécies, porém são escassos os trabalhos que tratam da interação entre estes fatores, principalmente na cultura do trigo. Sendo assim, o conhecimento do comportamento destas sementes, colhidas em diferentes épocas e armazenadas em distintos sistemas de armazenagem ao longo do tempo são de fundamental importância, uma vez que esses fatores interferem substancialmente na qualidade física e sanitária, bem como no desempenho fisiológico das sementes.

2 REFERÊNCIAS

ACOMPANHAMENTO DA SAFRA BRASILEIRA: grãos: safra 2016/17 – terceiro levantamento – dezembro/2016. Brasília: Conab, v. 4, n. 3, dezembro 2016. 156 p.

CHATTHA, S. H. et al. Effect of different packing materials and storage conditions on the viability of wheat seed (TD-1 variety). **Science, Technology and Development**, v. 31, n. 1, p. 10-18, 2012.

DINIZ, F. O. et al. Physiological quality of soybean seeds of cultivars submitted to harvesting delay and its association with seedling emergence in the field. **Journal of Seed Science**, v. 35, n. 2, p.147-152, 2013.

FARRER, D. et al. Delayed Harvest Effect on Soft Red Winter Wheat in the Southeastern USA. **Agronomy Journal**, v. 98, n.1, p. 588-595, 2006.

HAFEEL, R. F.; PRASANTHA, B. D. R.; DISSANAYAKE, D. M. N. Effect of Hermetic-Storage on Milling Characteristics of Six Different Varieties of Paddy. **Tropical Agricultural Research**, v. 20, n.1, p. 102-114, 2008.

JONFIA-ESSIEN, W.; NAVARRO; S.; VILLERS, P. Hermetic storage: a novel approach to the protection of cocoa beans. **African Crop Science Journal**, v. 18, n. 2, p. 59-68, 2010.

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, p. 106-113, 2006.

NEDEL, J.L. Fundamentos da qualidade de sementes. In: PESKE, S.T.; ROSENTHAL, M.D'A; ROTA, G.R.M. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. Pelotas: Editora e Gráfica Universitária (UFPel), p. 94-136. 2003.

PETRENKO, V. Influence of storage conditions on germination of winter wheat seeds (*Triticum aestivum* L.) in relation to agriculture systems. **Žemės Ūkio Mokslai**, v. 21, n. 3, p. 173–180, 2014.

ROCHA JÚNIOR, L. S.; USBERTI, R. Qualidade física e fisiológica de sementes de trigo expurgadas com fosfina durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 1, p. 45-51, 2007.

RUPOLLO, G. et al. Efeito da umidade e do período de armazenamento hermético na contaminação natural por fungos e a produção de micotoxinas em grãos de aveia. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n.1, p. 118-125, 2006.

SIDDIQUE, A.B.; WRIGHT, D. Effects of different drying time and temperature on moisture percentage and seed quality (viability and vigour) of pea seeds (*Pisum sativum* L.). **Asian Journal Plant Science**, v.2, p.978-982, 2003.

SILVA, F.S. da. et al. Viabilidade do armazenamento de sementes em diferentes embalagens para pequenas propriedades rurais. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, v.8, n.1, p. 45-56, 2010.

STRELEC, I. Influence of temperature and relative humidity on grain moisture, germination and vigour of three wheat cultivars during one year storage. **Poljoprivreda**, v. 16, n. 2, p. 20-24, 2010.

TELÓ, G. M. et al Aplicação de fungicida em cultivares de arroz irrigado e seu efeito na qualidade de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n.1, p. 99-106, 2012.

TUBBS, T.; BARIBUTSA, D.; WOLOSHUK, C. Impact of opening hermetic storage bags on grain quality, fungal growth and aflatoxin accumulation. **Journal of Stored Products Research**, v. 69, n.1, p. 276-281, 2016.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a qualidade física e sanitária, além do desempenho fisiológico de sementes de trigo, cultivar BRS Parrudo, em função de distintos teores de água na colheita com posterior armazenamento em sistema hermético e convencional.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar a qualidade física de sementes de trigo, colhidas em diferentes teores de água e submetidas à sistemas de armazenagem ao longo do tempo, por meio da determinação da massa de mil sementes, do peso hectolitro, do teor de água e da condutividade elétrica

Avaliar a qualidade sanitária de sementes de trigo, colhidas em diferentes teores de água e submetidas à sistemas de armazenagem ao longo do tempo, por meio da verificação da incidência de fungos.

Avaliar a germinação e o vigor de sementes de trigo colhidas em diferentes teores de água e submetidas à sistemas de armazenagem ao longo do tempo.

Indicar o teor de água de colheita e o sistema de armazenagem que proporcione melhor qualidade física e sanitária, além do melhor desempenho fisiológico de sementes de trigo ao longo do tempo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste item estão apresentados os artigos oriundos da pesquisa sobre a qualidade de sementes de trigo colhidas em diferentes teores de água e submetidas ao armazenamento hermético e convencional em condições ambientais, durante 240 dias. O primeiro artigo aborda a qualidade física e sanitária das sementes, as quais foram avaliadas por meio da determinação do peso de mil sementes, peso hectolitro, teor de água, condutividade elétrica e incidência de fungos. Já o segundo artigo se refere ao desempenho fisiológico das sementes de trigo, avaliado por meio do teste de germinação e de testes de vigor.

4.1 ARTIGO 1

QUALIDADE FÍSICA E SANITÁRIA DE SEMENTES DE TRIGO EM FUNÇÃO DA
COLHEITA E DO ARMAZENAMENTO

RESUMO

O trigo é um dos principais alimentos consumidos no mundo, sendo uma das culturas de maior importância para a segurança alimentar. A época de colheita e a armazenagem, influenciam na qualidade física, química, fisiológica e sanitária de sementes de trigo (*Triticum aestivum*). Desta forma, a realização do trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade física e sanitária de sementes de trigo em função de distintos teores de água na colheita com posterior armazenamento em sistema hermético e convencional. Para tal, foram utilizadas sementes de trigo, cultivar BRS Parrudo. O experimento foi realizado sob delineamento experimental inteiramente casualizado, disposto em esquema fatorial 5x3x2 (tempo de armazenagem x teor de água na colheita x sistema de armazenagem), com quatro repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, com posterior teste de comparação de médias (Tukey) ou análise de regressão. A colheita foi realizada quando as sementes atingiram os teores de água de 28,6; 18,5 e 12,9%, seguida de secagem a 38 °C, em estufa com circulação forçada de ar, até atingirem aproximadamente o teor de água de 13%. Posteriormente, as sementes foram armazenadas durante 240 dias sob dois sistemas, hermético (garrafas PET) e convencional (sacos de papel kraft) a temperatura ambiente. A avaliação da qualidade física e sanitária das sementes foi realizada imediatamente após a colheita e, posteriormente, a cada 60 dias por meio da determinação do teor de água, peso de mil sementes, peso hectolitro, condutividade elétrica e teste de sanidade (“Blotter Test”). A qualidade física das sementes de trigo reduziu ao longo do tempo de armazenagem, independentemente do teor de água na colheita e do sistema de armazenagem. A incidência de *Fusarium* spp. e dos fungos de campo reduziu ao longo do tempo de armazenagem, enquanto que a incidência de *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp. aumentou, independentemente do teor de água na colheita e do sistema de armazenagem. O sistema hermético proporcionou melhor qualidade física e sanitária às sementes em relação ao convencional ao final do período de armazenagem; e, o retardo na colheita influenciou negativamente na qualidade física e sanitária das sementes ao longo da armazenagem.

PALAVRAS-CHAVE: *Triticum aestivum*; Antecipação de colheita; Armazenagem hermética;

Deterioração.

PHYSICAL AND SANITARY QUALITY OF WHEAT SEEDS IN FUNCTION OF HARVEST AND STORAGE

ABSTRACT

Wheat is one of the main cereal food consumed in the world, being one of the most important crops for food security. The harvesting time, as well as grain storage, influence the physical, chemical, physiological and sanitary quality of wheat seeds (*Triticum aestivum*). In this way, the study aimed to evaluate the physical and sanitary quality of wheat seeds as a function of different grain moisture in the harvest with subsequent storage in a hermetic and conventional system. To do so, wheat seeds, cultivar BRS Parudo, was sowed. It was used a completely randomized experimental design, arranged in factor 5x3x2 (storage time x harvesting grain moisture x storage system), with four replications. The data obtained were submitted to variance analysis, with subsequent means comparison test (Tukey HSD Test) or regression analysis. The harvest was realized when the seeds reached 28.6, 18.5 e 12.9% grain moisture, following by drying at 38 °C in a forced-air-circulation oven until the water content reached approximately 13%. Subsequently, the seeds were stored for 240 days under two systems, hermetic (PET bottles) and conventional (Kraft paper bags) at room temperature. The evaluation of the physical and sanitary quality, was carried out immediately after the harvest and, later, every 60 days by determination of the grain moisture, thousand seed weight, hectoliter weight, electrical conductivity, sanitary test (Blotter Test). The physical quality of the wheat seeds reduced over the storage time, regardless of the water content in the harvest and the storage system. *Fusarium* spp. incidence and field fungi reduced over time of storage, while *Aspergillus* spp. and *Penicillium* spp. incidence increased, regardless of the water content in the harvest and the storage system. The hermetic system provided better physical and sanitary quality to the seeds compared to conventional at the end of the storage period; and, the harvest delay negatively influenced the physical and sanitary quality of the seeds throughout the storage.

KEY-WORDS: *Triticum aestivum*; Harvest anticipation; Hermetic storage; Germination; Deterioration.

INTRODUÇÃO

Os grãos de trigo (*Triticum aestivum* L.) são um dos principais alimentos consumidos no mundo, sendo uma das culturas de maior importância para a segurança alimentar (Walia, 2015). O consumo mundial de trigo é estimado em 739,7 milhões de toneladas, com produção mundial estimada em 751,2 milhões de toneladas de grãos para a safra 2016/17 (USDA, 2016).

Além da genética e do manejo da lavoura, a utilização de sementes de alta qualidade possibilita maior estande e melhor estabelecimento das plantas, sendo um dos fatores limitantes de altas produtividades para a cultura do trigo (Lima et al., 2006).

A qualidade da semente é influenciada por uma série de fatores, tendo como principais os físicos, genéticos, sanitários e fisiológicos. No entanto, é na maturidade fisiológica que as sementes possuem o maior potencial de qualidade, que tende a reduzir com o tempo, dependendo das condições climáticas a que ficam expostas no campo, como umidade relativa do ar e temperatura. Desta forma, os parâmetros físicos, fisiológicos e sanitários podem ser afetados negativamente pela época de colheita, uma vez que realizada tardiamente pode ocasionar redução da qualidade das sementes. Sendo assim, a antecipação da colheita, além de reduzir os riscos de deterioração das sementes no campo, pode proporcionar ganhos em qualidade, uma vez que são colhidas próximo da maturidade fisiológica (Siddique & Wright, 2003; Farrer et al., 2006).

Além das precauções em relação à colheita, os cuidados na armazenagem tornam-se indispensáveis para a manutenção da qualidade das sementes vindas do campo, visto que em condições inadequadas de armazenamento a qualidade das sementes pode reduzir consideravelmente até a época de semeadura.

Um dos fatores que podem influenciar na qualidade da armazenagem é a capacidade do sistema de armazenamento de evitar as trocas gasosas com o ar ambiente, uma vez que estas influenciam diretamente nas taxas respiratórias das sementes. Desta forma, a armazenagem hermética pode proporcionar a conservação da qualidade das sementes por um período mais longo de tempo em comparação a armazenagem convencional, ao passo que impossibilita as trocas gasosas entre a massa de sementes e o meio externo, reduzindo assim a taxa respiratória das sementes, o ataque de pragas e, conseqüentemente, a deterioração (Jonfia-Essien et al., 2010; Tubbs et al., 2016).

Alguns estudos abordam o efeito de diferentes sistemas de armazenagem sobre a qualidade de sementes (Adhikarinayake et al., 2006; Jonfia-Essien et al., 2010; Ferrari Filho et al., 2012; Rubim et al., 2013; Prasantha et al., 2014). Porém, atualmente, são escassos trabalhos que se referem ao efeito de sistemas de armazenagem sobre a qualidade de sementes colhidas em diferentes teores de água, principalmente em relação a qualidade física e sanitária.

Sendo assim, a realização do trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade física e sanitária de sementes de trigo, cultivar BRS Parrudo, em função de distintos teores de água na colheita com posterior armazenamento em sistema hermético e convencional.

MATERIAL E MÉTODOS

As sementes de trigo, cultivar BRS Parrudo, foram obtidas da área experimental do Colégio Agrícola Ângelo Emílio Grando, no município de Erechim /RS, na safra 2015. O cultivo foi realizado sob sistema de semeadura direta, sendo a adubação, bem como os tratamentos fitossanitários, realizados de acordo com as indicações técnicas para a cultura do trigo (Reunião, ... 2015).

O experimento foi conduzido no Laboratório de Sementes da UFFS, câmpus Erechim/RS, conforme o delineamento experimental inteiramente casualizado, disposto em esquema fatorial 3x2x5 (teor de água na colheita x sistema de armazenagem x tempo de armazenamento), com quatro repetições por tratamento.

A colheita do material foi realizada manualmente, por meio da coleta das espigas, quando as sementes atingiram os teores de água de 28,6; 18,5 e 12,9% b.u. O monitoramento do teor de água das sementes, à campo, foi realizado com o auxílio de medidor portátil de umidade Motomco, modelo 999-RF, com confirmação pelo método da estufa a 105 ± 3 °C, durante 24 h (RAS, 2009).

Afim de minimizar dano mecânico às sementes, o material obtido da colheita realizada com teor de água de 28,6% foi submetido à secagem prévia, a temperatura de 38 °C, em estufa de circulação forçada de ar, até atingir teor de água de aproximadamente 20% b.u., para então ser submetido a trilha. Já o material provindo das demais colheitas foram levados diretamente para a trilha, a qual foi realizada com o auxílio de trilhadora de parcelas. Após as sementes colhidas com teor de água de 28,6 e 18,5% foram secas em estufa, com circulação forçada de ar, à temperatura máxima de 38 °C, encerrando-se a operação quando as mesmas apresentavam teor de água próximo a 13% b.u.

O início do armazenamento ocorreu entre 10 e 30 de novembro de 2015, sendo realizada sob dois sistemas: hermético e convencional. Para o sistema hermético foram utilizadas garrafas de politereftalato de etileno (PET) e para o convencional sacos de papel kraft, com volume de 900 e 2500 cm³, respectivamente. Ao total foram constituídas 120 unidades experimentais, com capacidade individual de 750 g de sementes, sendo uma para cada tratamento e sua respectiva repetição. Foi adotado esse procedimento para evitar a perda da hermeticidade das garrafas PET por ocasião da obtenção das amostras durante o armazenamento, dispensando assim sua reposição.

As sementes foram mantidas em sala a temperatura ambiente durante 240 dias, efetuando-se, durante este período a coleta quinzenal dos valores de temperatura e umidade relativa do ar do local de armazenamento, com o auxílio de um termohigrômetro digital.

Para a realização das análises físicas e sanitárias das sementes, as amostras foram obtidas ao início do armazenamento (tempo zero) e, posteriormente, em intervalos de 60 dias até o final do período de armazenamento. As análises realizadas, para avaliar os parâmetros físicos e sanitários das sementes, seguem descritas a seguir.

O teor de água foi determinado pelo método da estufa à 105±3 °C durante 24 h (RAS, 2009).

O peso de mil sementes foi determinado por meio da contagem de oito repetições de 100 sementes por tratamento. O resultado foi obtido multiplicando-se por dez o peso médio das oito repetições, sendo expressos em gramas (RAS, 2009).

O peso hectolitro foi determinado com o auxílio de balança hectolétrica, com capacidade de um quarto de litro, sendo os resultados expressos em kg hL⁻¹ (RAS, 2009).

A condutividade elétrica foi realizada pelo sistema massal, onde foram pesadas quatro amostras de 50 sementes por repetição e então depositadas em recipientes de vidro (Becker) contendo 50 mL de água destilada. Os recipientes foram mantidos em câmaras BOD a temperatura de 25±3 °C. As avaliações foram realizadas 24 h após a imersão das sementes, com o auxílio de condutímetro de bancada Gehaka, modelo CG1800. Os resultados foram expressos em µS cm⁻¹ g⁻¹ (Marcos Filho et al., 1987).

Para a análise sanitária foram utilizadas 400 sementes por tratamento, previamente desinfestadas com álcool 70% e hipoclorito de sódio a 1%, seguida de lavagem com água destilada. Após foram dispostas 50 sementes, em gerbox, sobre duas folhas de papel filtro esterilizado e previamente umedecido com água destilada (2,5 vezes o peso do papel). Na sequência, as sementes foram incubadas em câmara BOD a 25 °C, com fotoperíodo de 12/12 h, durante sete dias. Para inibição da germinação foi utilizado o método do congelamento (RAS, 2009). Os fungos foram identificados, em nível de gênero, com resultados expressos em percentual de incidência.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, pelo teste F ($p \leq 0,05$). As médias das variáveis qualitativas foram comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) e as variáveis quantitativas submetidas à análise de regressão. Os modelos foram selecionados com base na significância da equação, pelo teste F, e a significância dos coeficientes de regressão pelo valor "p" (adotando o máximo de 0,05) e pelo coeficiente de determinação (r^2).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de temperatura e umidade relativa do ar, obtidos durante o período de armazenamento, estão apresentados na Figura 1.

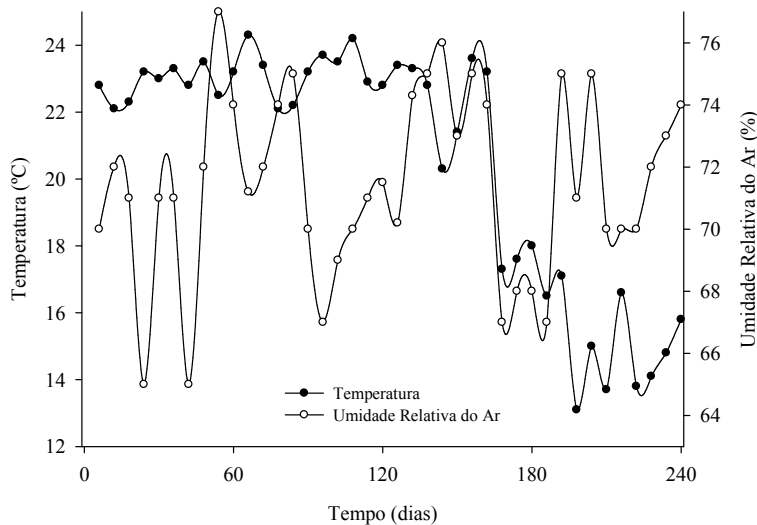


Figura 1. Temperatura e umidade relativa do ar durante a armazenamento das sementes de trigo, cultivar BRS Parrudo, em condições ambientais. Erechim, 2016.

A temperatura média no local de armazenamento foi de 20,5 °C, variando entre 13 e 24 °C durante o período dos 240 dias de armazenamento. A partir dos 165 dias de armazenamento, aproximadamente, ocorreu queda na temperatura em virtude do período de inverno, implicando na amplitude térmica durante o armazenamento. Já a umidade relativa do ar variou entre 60 e 77%, obtendo média de 71,1%.

Os resultados resumidos da análise de variância, obtidos por meio do teste F ($p \leq 0,05$), para teor de água, peso de mil sementes, peso hectolitro e condutividade elétrica estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Resumo da análise de variância, teste F, para o teor de água (TA), peso de mil sementes (PMS), peso hectolitro (PH) e condutividade elétrica (CE) de sementes de trigo, BRS Parrudo, colhidas com distintos teores de água e submetidas à armazenagem hermética e convencional em condições ambientais, durante 240 dias. Erechim, 2016.

FV	GL	Valores de p			
		TA	PMS	PH	CE
C X T	8	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0003
C X SA	2	<0,0001	0,0164	0,0001	0,0004
T X SA	4	<0,0001	0,0545	<0,0001	<0,0001
C X T X SA	8	0,0115	0,3198	<0,0001	0,0364

FV: fonte de variação; C: colheita; T: tempo e SA: sistema de armazenagem; GL: graus de liberdade

As análises de regressão para as variáveis teor de água, peso de mil sementes, peso hectolitro e condutividade elétrica estão apresentadas na Figura 2.

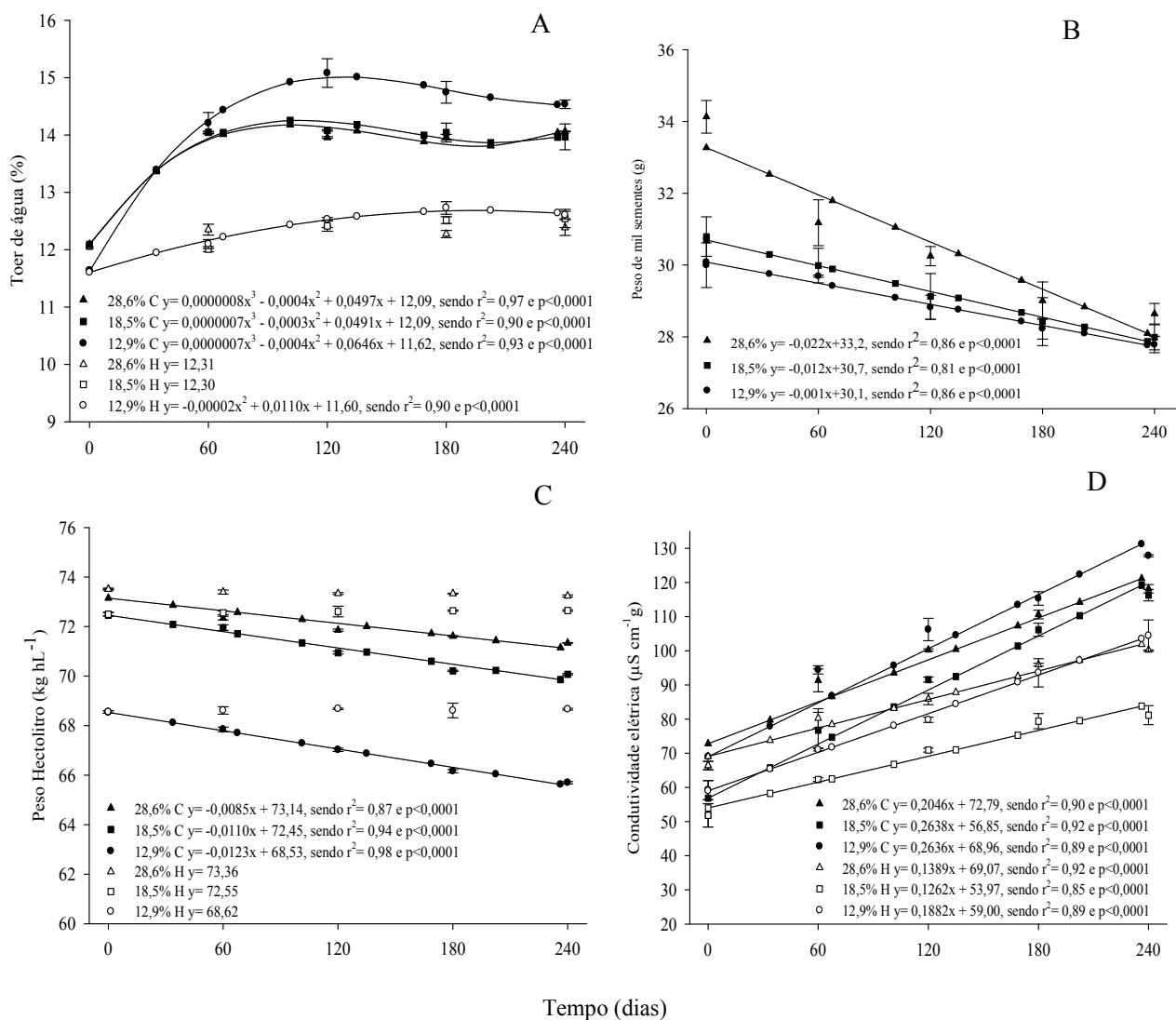


Figura 2: Teor de água (A), peso de mil sementes (B), peso hectolitro (C) e condutividade elétrica (D) de sementes de trigo, cultivar BRS Parrudo, colhidas com diferentes teores de água (28,6, 18,5 e 12,9% b.u.) e submetidas à armazenagem hermética (H) e convencional (C) em condições ambientais durante 240 dias. Erechim, 2016

As sementes armazenadas em sistema hermético, para todas as condições de colheita, não apresentaram oscilações significativas no teor de água ao longo do período de armazenamento, exceto para a colheita realizada com teor de água de 12,9% b.u., a qual apresentou aumento durante o período de armazenamento (Figura 2A). Já as sementes armazenadas no sistema convencional apresentaram importante aumento no teor de água até os 120 dias de armazenamento, para os três teores de água de colheita, tendendo após ao equilíbrio higroscópico. Após este período, o teor de água das sementes oscilou de acordo com a temperatura e umidade relativa do ar, tendendo ao equilíbrio higroscópico.

Resultados semelhantes foram obtidos por Prasantha et al. (2014) e Bezerra et al. (2015) em sementes de arroz e crambe, respectivamente.

Esses resultados podem ser atribuídos a permeabilidade de cada sistema de armazenagem. Embalagens impermeáveis impossibilitam as trocas gasosas com o meio, estabilizando a atmosfera interna da embalagem e, conseqüentemente, o teor de água das sementes. Já o teor de água das sementes armazenadas em embalagens permeáveis sofre a influência direta das condições atmosféricas do local de armazenamento e, portanto, acompanha as oscilações da umidade relativa do ar, estando as sementes em trocas dinâmicas de água com o ar ambiente, visando atingirem o equilíbrio higroscópico (Jonfia-Essien et al., 2010).

No entanto, ao longo do tempo e para ambos os sistemas de armazenagem, as sementes colhidas com teor de água de 12,9% apresentaram teores de água mais elevados em relação às demais condições de colheita, demonstrando que o atraso nesta etapa proporciona decréscimo na qualidade. Isto por que sementes degradadas tendem ao equilíbrio com a umidade relativa do ar em teores de água mais elevados (Peske & Villela, 2006).

O peso de mil sementes, independentemente do sistema de armazenagem, decresceu linearmente ao longo do tempo para os três teores de água de colheita (Figura 2B), porém mantendo valores superiores nos maiores teores de água de colheita. A colheita realizada com teor de água de 28,6% e armazenada no sistema hermético, independentemente do tempo, proporcionou o maior peso de mil sementes ao final do período de armazenamento (Tabela 2). Dentre os sistemas de armazenagem, o hermético proporcionou o maior peso de mil sementes ao final do armazenamento para as colheitas realizadas com teores de água de 28,6 e 18,5%. Já para a colheita realizada com teor de água de 12,9% não houve diferença entre os sistemas de armazenagem.

Esses resultados estão de acordo com Hafeel et al. (2008), os quais verificaram a redução do peso de mil grãos de arroz ao longo do tempo de armazenamento. Além disso, constataram que sistema hermético proporcionou menor redução do peso de mil grãos em relação ao não hermético. A redução do peso de mil sementes, ao longo do armazenamento, pode ser decorrente da perda de

matéria seca das mesmas, devido ao processo respiratório, além de danos por insetos e fungos. Além disso, este fato pode explicar a menor variação do peso de mil das sementes armazenadas em sistema hermético, visto que este possibilita a redução do processo respiratório e do ataque de fungos e insetos (Adhikarinayake et al., 2006).

Tabela 2. Peso de mil sementes de trigo, cultivar BRS Parrudo, colhidas com distintos teores de água e submetidas à diferentes sistemas de armazenagem em condições ambientais, independentemente do tempo de armazenamento. Erechim, 2016.

Teor de água na colheita	Sistema de armazenagem	
	Convencional	Hermético
28,6%	30,1 aB *	31,1 aA
18,5%	29,0 bB	29,7 bA
12,9%	28,8 bA	29,0 cA
CV (%)	1,62	

*Médias seguidas da mesma letra, minúsculas para colunas e maiúsculas para linhas, não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Para os três teores de água de colheita, o peso hectolitro das sementes mantidas no sistema hermético manteve-se estável ao longo do período de armazenamento, enquanto que no sistema convencional o valor decresceu linearmente ao longo deste período (Figura 2C). Porém, a antecipação de colheita proporcionou sementes com maior peso hectolitro ao longo de todo o período de armazenagem convencional.

Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Elias et al. (2009), em que verificaram redução do peso hectolitro de grãos de trigo com o atraso na colheita e durante o armazenamento em sistema convencional. Da mesma forma, Ferrari Filho et al. (2012) verificaram que grãos de trigo armazenados em sistemas herméticos apresentaram menor variação do peso hectolitro ao longo do tempo, quando comparado à sistemas convencionais. De acordo com os autores, esse resultado é atribuído, além da menor taxa respiratória dos grãos, à menor incidência de insetos e fungos de armazenamento no sistema hermético, os quais são os responsáveis pelo consumo e degradação das

sementes, fato que ocasiona perda de peso, mas manutenção do volume, visto que consomem a parte interna das sementes.

O elevado volume de precipitações durante o ciclo da cultura, principalmente após o período reprodutivo, durante o desenvolvimento e maturação das sementes, em que o acumulado de chuvas foi de aproximadamente 539 mm (Figura 3), enquanto que a média histórica da região, baseando-se nas normais climatológicas, é de aproximadamente 383 mm para este período do ano (INMET, 2017), pode ter contribuído para a redução no potencial de armazenamento, influenciado também na redução do PH das sementes.

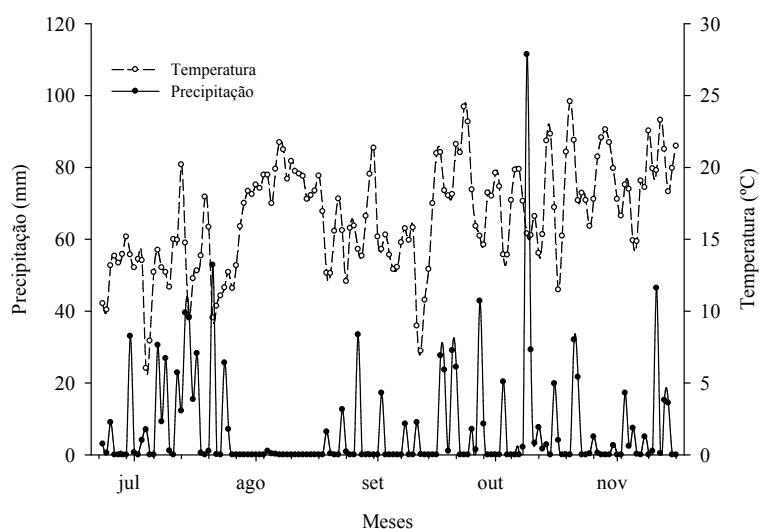


Figura 3: Dados de precipitação e temperatura durante o ciclo da cultura do trigo, cultivar BRS Parrudo, de 23/06/2015 à 16/11/2015. Erechim, 2016. Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (2016).

A redução da qualidade física de sementes de trigo, em situações de elevados volumes de precipitação durante o período de enchimento e maturação, é decorrente do aumento da respiração e consequente degradação das reservas, impulsionada pelos períodos de molhamento e secagem das sementes no campo (Hirano, 1976; Bhatt et al., 1981).

A condutividade elétrica das sementes aumentou ao longo do armazenamento, para os três teores de água de colheita e para ambos os sistemas de armazenagem (Figura 2D), porém sempre

apresentando valores inferiores para o sistema de armazenamento hermético quando considerado o mesmo teor de água de colheita das sementes.

Esses resultados estão de acordo com os estudos de Naguib et al. (2011) e Nabila et al. (2016), os quais verificaram aumento da condutividade elétrica de sementes de trigo ao longo do tempo, independentemente do sistema de armazenagem. Já Rubim et al. (2013) verificaram que sementes de erva-doce, armazenadas em embalagens impermeáveis, apresentaram menores valores de condutividade elétrica ao longo do armazenamento, quando comparadas com embalagens permeáveis.

O aumento da condutividade elétrica das sementes, ao longo do armazenamento, indica avanço no processo de deterioração, visto que um dos primeiros eventos do processo deteriorativo é a desestruturação das membranas celulares, fato que ocasiona aumento da lixiviação de solutos e, conseqüentemente, aumento da condutividade elétrica (Santos et al., 2005). Sendo assim, os menores valores de condutividade elétrica, observados para o sistema hermético, são devido à menor velocidade de degradação, visto que neste sistema a taxa respiratória das sementes é reduzida.

Entre os teores de água na colheita, a realizada com 18,5% b.u. apresentou os menores valores de condutividade elétrica, em ambos sistemas de armazenamento, quando comparada as demais colheitas. A colheita realizada com teor de água de 28,6% apresentou maior condutividade elétrica logo após a colheita, no entanto, ao final do período de armazenamento, as sementes obtidas da colheita com teor de 12,9% e armazenadas no sistema convencional apresentaram os maiores valores de condutividade elétrica.

Os maiores valores de condutividade elétrica obtidos para a colheita realizada com teor de água de 28,6% podem estar relacionados ao processo de secagem, visto que sementes com altos teores de água iniciais e expostas à secagem tendem a apresentar maiores valores de condutividade elétrica em relação a sementes colhidas com teores de água mais baixos. Esse fato deve-se a alta taxa de retirada de água do interior da semente, o que ocasiona danos as estruturas das membranas, proporcionando maior quantidade de lixiviados à solução (Andrade et al., 1999). Já os valores obtidos

para a colheita realizada com teor de água 12,9% refletem a perda de potencial de armazenamento ainda no campo, devido ao atraso na colheita. Resultado semelhante ao encontrado por Olasoji et al. (2012), em que verificaram que o retardo na colheita de sementes de *Hibiscus cannabinus* refletiu em maior aumento da condutividade elétrica ao longo do tempo de armazenamento.

Os resultados da análise de variância, obtidos pelo teste F ($p \leq 0,05$), para a incidência de *Fusarium* spp., *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. e outros fungos, nos quais encontram-se os gêneros *Epicoccum* spp., *Alternaria* spp., *Cladosporium* spp., *Colletotrichum* spp. e *Dreschlera* spp., estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Resumo da análise de variância para a incidência de *Fusarium* spp., *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. e outros fungos em sementes de trigo, BRS Parrudo, colhidas com diferentes teores de água e submetidas à armazenagem hermética e convencional em condições ambientais, durante 240 dias. Erechim, 2016.

FV	GL	Valores de p			
		<i>Fusarium</i> spp.	<i>Aspergillus</i> spp.	<i>Penicillium</i> spp.	Outros fungos
C X T	8	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
C X SA	2	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,3784
T X SA	4	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0051
C X T X SA	8	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,8234

FV: fonte de variação; C: colheita; T: tempo e SA: sistema de armazenagem; GL: graus de liberdade

As análises de regressões obtidas para a incidência de *Fusarium* spp., *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. e outros fungos estão apresentadas na Figura 4.

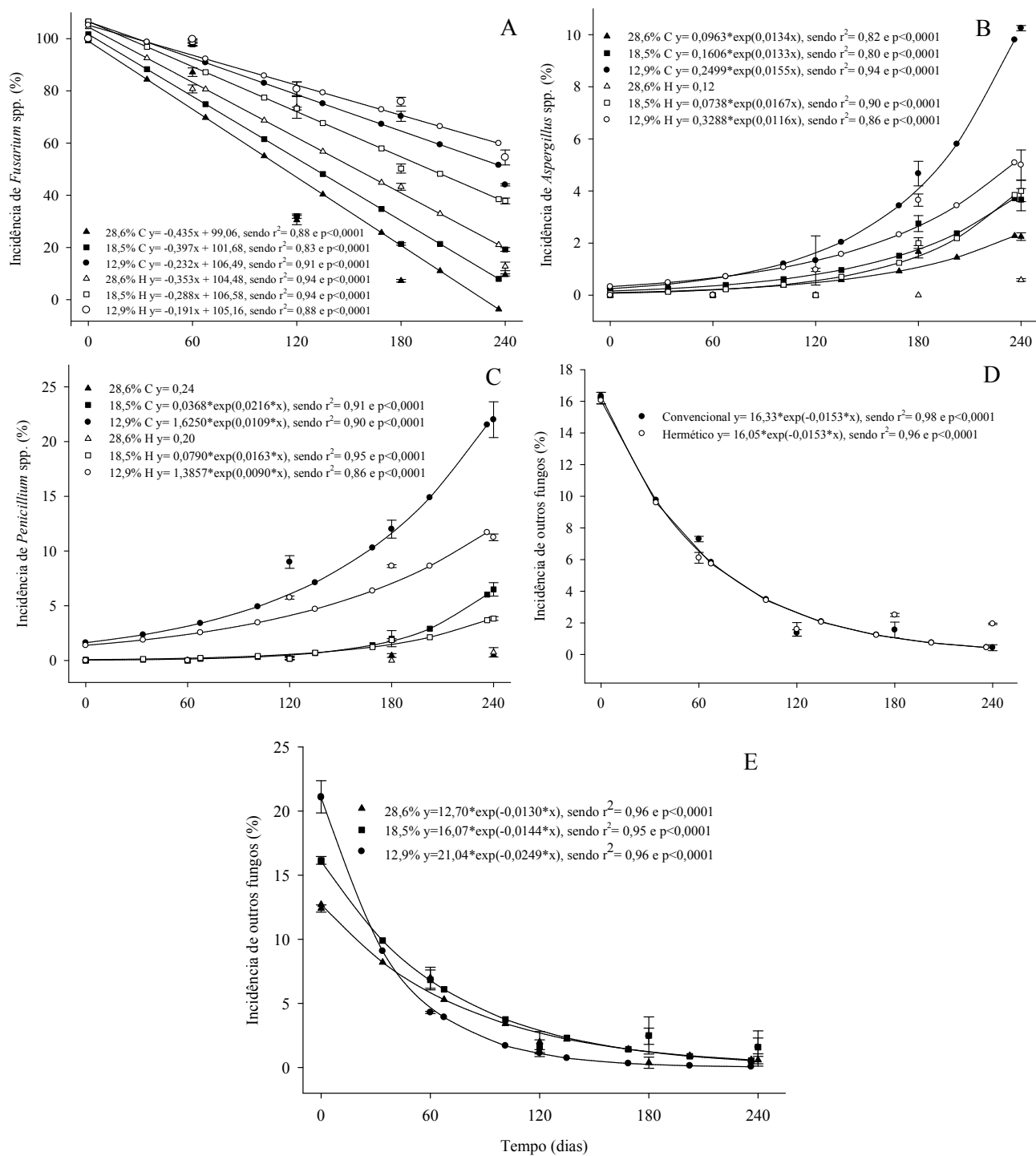


Figura 4: Incidência de *Fusarium* spp. (A), *Aspergillus* spp. (B), *Penicillium* spp. (C) e outros gêneros de fungos (D e E) em sementes de trigo, cultivar BRS Parrudo, colhidas com diferentes teores de água (28,6, 18,5 e 12,9%) e submetidas à armazenagem hermética (H) e convencional (C) em condições ambientais durante 240 dias. Errechim, 2016.

Logo após a colheita e a secagem a incidência de *Fusarium* spp. foi superior a 99% para os três teores de água de colheita das sementes (Figura 4A). Esse fato pode estar relacionado ao maior período de exposição das espigas ao molhamento, principalmente durante e após o período reprodutivo, como ocorreu neste experimento, conforme discutido anteriormente (Figura 3). Isto por que, a ocorrência e a severidade deste fungo sobre sementes de trigo dependem de condições de molhamento constante, como acontece em elevados volumes de precipitação (Del Ponte et al., 2004).

No entanto, durante o período de armazenamento, a incidência deste fungo reduziu linearmente para todos os teores de água de colheita e para ambos sistemas de armazenagem. Esse resultado está de acordo com os obtidos por Telles Neto et al. (2007), Medina et al. (2009) e Ferrari Filho et al. (2012), que verificaram a redução da incidência de *Fusarium* spp. em sementes de trigo e triticale ao longo do armazenamento, respectivamente. Este fungo é considerado de campo, portanto a redução da incidência pode estar relacionada com a perda de viabilidade dos esporos, devido a condição de baixa umidade durante o armazenamento, visto que são sensíveis à dessecação (Valarini et al., 1990).

O retardo na colheita proporcionou maior incidência de *Fusarium* spp. ao longo do armazenamento, ou seja, apresentou maior ocorrência quanto menor o teor de água de colheita, em ambos sistemas de armazenagem. Atribui-se que esteja relacionado ao maior período de exposição das sementes ao molhamento antes da colheita, aumentando assim o inóculo do fungo.

Já dentre os sistemas de armazenagem, para o mesmo teor de água de colheita, as sementes mantidas no sistema hermético apresentaram maior incidência de *Fusarium* spp. ao longo da armazenagem (Figura 4A). Esse resultado pode ser atribuído a maior concentração de CO₂ na atmosfera interna do sistema hermético, o que pode ter proporcionado melhores condições de sobrevivência para o *Fusarium* spp. em relação aos demais gêneros de fungos, visto que alguns estudos apontam que altas concentrações de CO₂ não influenciam na sobrevivência e até mesmo podem estimular o desenvolvimento de fungos deste gênero (Walsh & Stewart, 1971; Gibb & Walsh, 1980; Taniwaki et al., 2010).

A incidência de *Aspergillus* spp. aumentou ao longo de armazenamento para os três teores de água na colheita e ambos sistemas de armazenagem, exceto para as sementes colhidas com teor de água de 28,6% e armazenadas em sistema hermético, as quais não apresentaram aumento significativo na incidência deste fungo ao longo do armazenamento (Figura 4B). Estes resultados estão de acordo com Ferrari Filho et al. (2012), os quais verificaram aumento da incidência de *Aspergillus* spp. em sementes de trigo ao longo do armazenamento. Da mesma forma Viebrantz et al. (2016) constataram aumento na incidência de *Aspergillus* spp. em grãos de milho, independentemente do sistema de armazenagem.

Também, houve aumento da incidência de *Penicillium* spp. nas sementes colhidas com teor de água de 12,9% durante o armazenamento, bem como para a colheita realizada com teor de água de 18,5%, porém nesta o aumento ocorreu apenas a partir dos 120 dias de armazenamento, enquanto que para a colheita realizada com teor de água de 28,6% não houve aumento significativo da incidência deste fungo durante o período em ambos os sistemas de armazenagem (Figura 4C). Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Rupollo, et al. (2006), os quais verificaram aumento na incidência de *Penicillium* spp. em sementes de aveia armazenadas em sistema hermético. Também, Viebrantz et al. (2016) constataram aumento na incidência de *Penicillium* spp. em milho armazenado em sistema hermético e não hermético.

De maneira geral, o sistema hermético proporcionou menor incidência de *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp. durante o período de armazenamento (Figuras 4B e C). Este resultado pode ser atribuído à baixa concentração de oxigênio e, conseqüente, aumento do CO₂ no sistema hermético, o que prejudica o desenvolvimento desses fungos (Moreno-Martinez et al., 2000; Weinberg et al., 2008; Gupta et al., 2014)

O retardo na colheita favoreceu a incidência de *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp. em ambos sistemas de armazenagem ao longo do tempo. Este resultado pode ser decorrente da permanência dessas sementes no campo até atingirem o teor de água para o armazenamento, ou seja, aproximadamente 13%, o que pode ter influenciado negativamente no potencial de armazenamento,

favorecendo a incidência destes fungos. Além disso, o elevado teor de água dessas sementes, com valores acima dos 14% quando em equilíbrio com a umidade relativa do ar durante a armazenagem no sistema convencional, pode ter contribuído, uma vez que estes gêneros de fungo são favorecidos por ambientes com esta faixa de umidade (Rupollo et al., 2006).

A incidência dos demais gêneros de fungos encontrados, dentre os quais destacam-se os gêneros *Epicoccum* spp., *Alternaria* spp., *Cladosporium* spp., *Colletotrichum* spp. e *Dreschlera* spp., decaiu ao longo do armazenamento para os três teores de água na colheita e ambos sistemas de armazenagem (Figura 4 D e E). Esse resultado pode ser decorrente do aumento na incidência dos fungos de armazenagem, como *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp., os quais suprimem a incidência dos fungos de campo (Sweenwey & Dobson, 1998). Dentre os teores de água, logo após a colheita, a permanência das sementes no campo proporcionou maior incidência de fungos de campo. Tal resultado pode ser decorrente das condições ambientais de umidade relativa e temperatura que as sementes ficaram expostas no campo, além de que a permanência no campo permite maior exposição das sementes ao inóculo, propiciando o desenvolvimento desses fungos (Bruns & Abbas, 2004; Lauren et al., 2007). Resultados semelhantes foram encontrados por Tanaka et al. (2001) em sementes de milho e Macedo et al. (2002) em sementes de arroz, os quais observaram a redução na incidência dos fungos considerados de campo durante o armazenamento.

CONCLUSÕES

O teor de água na colheita, o tempo e o sistema de armazenagem influenciam diretamente na qualidade física e sanitária de sementes de trigo.

A qualidade física de sementes de trigo reduz com o retardo na colheita, bem como com o tempo de armazenagem. Dentre os sistemas de armazenagem, o hermético proporciona menores variações na qualidade física das sementes ao longo do armazenamento.

A incidência de fungos de campo reduziu ao longo da armazenagem, enquanto que a incidência de *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp. aumentou.

O retardo na colheita reduziu a qualidade sanitária das sementes, no entanto a incidência de fungos no sistema hermético ocorre em menores proporções.

A antecipação de colheita, combinada com a armazenagem hermética, proporciona melhor qualidade física e sanitária para sementes de trigo durante a armazenagem.

REFERÊNCIAS

ADHIKARINAYAKEA, T. B.; PALIPANE, K. B.; MÜLLER, J. Quality change and mass loss of paddy during airtight storage in a ferro-cement bin in Sri Lanka. **Journal of Stored Products Research**, v. 42, n.1, p. 377-390, 2006.

ANDRADE, E. T. de. et al. Avaliação de dano mecânico em sementes de feijão por meio de condutividade elétrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 3, n. 1, p. 54-60, 1999.

BEZERRA, P. H. S. et al. Efeito do armazenamento na qualidade dos grãos e do óleo de crambe para produção de biodiesel. **Energia na Agricultura**, v. 30, n. 3, p. 310-318, 2015.

BHATT, G. M. et al. Preharvest sprouting in hard winter wheats: assessment of methods to detect genotypic and nitrogen effects and interactions. **Cereal Chemistry Journal**, v. 58, n. 4, p. 300-302, 1981.

BRUNS, H. A.; ABBAS, H. K. Effects of harvest date on maize in the humid subtropical mid-south USA. **Maydica**, v. 49, n. 1, p. 1-7, 2004.

COPELAND, L.O.; McDONALD, M.B. **Seed Science and Technology**. New York: CHAPMAN & HALL, 1995. 410 p.

DAN, E.L. et al. Transferência de matéria seca como método de avaliação do vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 9, n. 3, p. 45-55, 1987.

DEL PONTE, E. M. et al. Giberela do trigo – aspectos epidemiológicos e modelos de previsão. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, n. 6, p. 587-605, 2004.

DIAS, D.C. Maturação de sementes. **Seed News**, v.5, n.6, p.3-4, 2001.

ELIAS, M. C. et al. Umidade de colheita, métodos de secagem e tempo de armazenamento na qualidade tecnológica de grãos de trigo (cv. 'Embrapa 16'). **Ciência Rural**, v. 39, n. 1, p.25-30, 2009.

FARRER, D. et al. Delayed Harvest Effect on Soft Red Winter Wheat in the Southeastern USA. **Agronomy Journal**, v. 98, n.1, p. 588-595, 2006.

FERRARI FILHO, E. et al. Qualidade de grãos de trigo submetidos a diferentes condições de armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 18, n.1, p. 25-35, 2012.

GIBB, E.; WALSH, J. H. Effect of nutritional factors and carbon dioxide on growth of *Fusarium moniliforme* and other fungi in reduced oxygen concentrations. **Transactions of the British Mycological Society**, v. 74, n. 1, p. 111-118, 1980.

GUPTA, A.; SINHA, S. N.; ATWAL, S. S. Modified atmosphere technology in seed health management: laboratory and field assay of dioxide against storage fungi in paddy. **Plant Pathology Journal**, v. 13, n. 3, p. 193-199, 2014.

HAFEEL, R. F.; PRASANTHA, B. D. R.; DISSANAYAKE, D. M. N. Effect of Hermetic-Storage on Milling Characteristics of Six Different Varieties of Paddy. **Tropical Agricultural Research**, v. 20, n.1, p. 102-114, 2008.

HIRANO, J. Effects of rain in ripening period on the grain quality of wheat. **Jarq**, v. 10, n. 4, p. 168-173, 1976.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>>.

JONFIA-ESSIEN, W.; NAVARRO, S.; VILLERS, P. Hermetic storage: a novel approach to the protection of cocoa beans. **African Crop Science Journal**, v. 18, n. 2, p. 59-68, 2010.

LAUREN, D. R.; SMITH, W. A.; DI MENNA, M. E. Influence of harvest date and hybrid on the mycotoxin content of maize (*Zea mays*) grain grown in New Zealand. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, v. 35, n. 1, p. 331-340, 2007.

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, p. 106-113, 2006.

MACEDO, E. de C.; GROTH, D.; SOAVE, J. Influência da embalagem e do armazenamento na qualidade sanitária de sementes de arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 24, n. 1, p. 42-50, 2002.

MARCOS-FILHO, J.; CICERO, S.M.; SILVA, W.R. **Avaliação da qualidade de sementes**. Piracicaba: FEALQ, 1987. 320 p.

MEDINA, P. F.; TANAKA, M. A. de S.; PARISI, J. J. D. Sobrevivência de fungos associados ao potencial fisiológico de sementes de triticale (*X. triticosecale* Wittmack) durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 4, p. 017-026, 2009.

MORENO-MARTINEZ, E.; JIMENEZ, S.; VAZQUEZ, M. E. Effect of *Sitophilus zeamais* and *Aspergillus chevalieri* on the oxygen level in maize stored hermetically. **Journal of Stored Products Research**, v. 36, n. 1, p. 25-36, 2000.

NABILA, S. M. et al. Effect of storage containers on the quality of wheat seed at ambient storage condition. **American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences**, v. 16, n. 2, p. 402-409, 2016.

NAGUIB, N. A.; MOHAMED, E. A. I.; EL- AIDY, N. A. Effect of storage period and packaging material on wheat (*Triticum aestivum* L.) seed viability and quality. **Egyptian Journal of Agricultural Research**, v. 89, n. 4, p. 1481-1497, 2011.

OLASOJI, O. J. et al. Variation in germination and seed longevity of kenaf (*Hibiscus cannabinus*) as affected by different maturity and harvesting stages. **Journal of Stored Products and Postharvest Research**, v. 3, n. 12, p. 167-171, 2012.

PESKE, S. T.; VILLELA, F. A. Secagem de Sementes. In: PESKE, S. T.; ROSENTHAL, M. D'A; ROTA, G. R. M. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. Pelotas: Editora e Gráfica Universitária (UFPel), p. 366-413. 2003.

PRASANTHA, B. D. R. et al. End-use quality characteristics of hermetically stored paddy. **Journal of Stored Products Research**, v. 59, n.1, p. 158-166, 2014.

REGRAS PARA ANÁLISE DE SEMENTES. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2009. 395p.

Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale. 8. 2014. Passo Fundo. **Informações Técnicas para Trigo e Triticale - Safra 2015**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2014. 230p.

RUBIM, R. F. et al. Physiological quality of fennel (*Foeniculum vulgare* Miller) seeds stored in different containers and environmental conditions. **Journal of Seed Science**, v. 35, n. 3, p. 331-339, 2013.

RUPOLLO, G. et al. Efeito da umidade e do período de armazenamento hermético na contaminação natural por fungos e a produção de micotoxinas em grãos de aveia. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n.1, p. 118-125, 2006.

SANTOS, C.M.R; MENEZES, N.L. de; VILLELA, F.A. Modificações fisiológicas e bioquímicas em sementes de feijão no armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 27, n. 1, p.104-114, 2005.

SIDDIQUE, A.B.; WRIGHT, D. Effects of different drying time and temperature on moisture percentage and seed quality (viability and vigour) of pea seeds (*Pisum sativum* L.). **Asian Journal Plant Science**, v.2, p.978-982, 2003.

SWEENEY, M. J.; DOBSON, A. D.W. Mycotoxin production by *Aspergillus*, *Fusarium* and *Penicillium* species. **International Journal of Food Microbiology**, v. 43, n. 1, p. 141–158, 1998.

TANAKA, M. A. de S. et al. Microflora fúngica de sementes de milho em ambientes de armazenamento. **Scientia Agricola**, v. 58, n. 3, p. 501-508, 2001.

TANIWAKI, M. H. et al. Growth and mycotoxin production by fungi in atmospheres containing 80% carbon dioxide and 20% oxygen. **International Journal of Food Microbiology**, v. 143, n. 1, p. 218-225, 2010.

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

TUBBS, T.; BARIBUTSA, D.; WOLOSHUK, C. Impact of opening hermetic storage bags on grain quality, fungal growth and aflatoxin accumulation. **Journal of Stored Products Research**, v. 69, n.1, p. 276-281, 2016.

USDA, United States Department of Agriculture. **Grain: World Markets and Trade**. December, 2016. 57 p.

VALARINI, P.J.; VECHIATO, M.H.; LASCA, C.C. Sobrevivência de fungos associados a sementes de arroz (*Oryza sativa* L.) em duas condições de armazenamento. **Fitopatologia Brasileira**, v. 15, n. 3, p. 173-176, 1990.

VIEBRANTZ, P. C.; RADUNZ, L. L.; DIONELLO, R. G. Mortality of insects and quality of maize grains in hermetic and non-hermetic storage. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, n. 5, p. 487-492, 2016.

WALIA, K. B. H. Drought stress delays endosperm development and misregulates genes associated with cytoskeleton organization and grain quality proteins in developing wheat seeds. **Plant Science**, v. 240, n.1, p. 110-119, 2015.

WALSH, J. H.; STEWART, C. S. Effect of temperature, oxygen and carbon dioxide on cellulolytic activity of some fungi. **Transactions of the British Mycological Society**, v. 57, n. 1, p. 75-84, 1971.

WEINBERG, Z. G. et al. The effect of moisture level on high-moisture maize (*Zea mays* L.) under hermetic storage conditions - in vitro studies. **Journal of Stored Products Research**, v. 44, n. 1, p. 136-144, 2008.

4.2 ARTIGO 2

TEOR DE ÁGUA NA COLHEITA E SISTEMAS DE ARMAZENAMENTO SOBRE O DESEMPENHO FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE TRIGO

RESUMO

O desempenho fisiológico de sementes de trigo pode ser influenciado pela época de colheita e pelo sistema de armazenamento. Sendo assim, a realização do trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho fisiológico de sementes de trigo em função de distintos teores de água na colheita com posterior armazenamento em sistema hermético e convencional. Para tal, foram utilizadas sementes de trigo, cultivar BRS Parrudo. O experimento foi realizado sob delineamento experimental inteiramente casualizado, disposto em esquema fatorial 5x3x2 (tempo de armazenamento x teor de água na colheita x sistema de armazenamento), com quatro repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, com posterior teste de comparação de médias (Tukey) ou análise de regressão. A colheita foi realizada quando as sementes atingiram os teores de água de 28,6; 18,5 e 12,9%, seguida de secagem a 38 °C, em estufa com circulação forçada de ar, até atingirem aproximadamente o teor de água de 13%. Posteriormente, as sementes foram armazenadas durante 240 dias sob dois sistemas, hermético (garrafas PET) e convencional (sacos de papel kraft) a temperatura ambiente. A avaliação do desempenho fisiológico das sementes foi realizada por meio dos testes de germinação, primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação, envelhecimento acelerado, frio, comprimento de parte aérea e matéria seca de plântulas. A germinação das sementes de trigo, armazenadas sob sistema hermético, aumentou até os 180 dias de armazenamento devido ao processo de quebra de dormência, com posterior queda dos valores observados, enquanto que as armazenadas sob sistema convencional apresentaram queda linear germinação ao longo do armazenamento. O sistema hermético proporcionou aumento no vigor das sementes até os 120 dias de armazenamento, sendo que após este período houve redução dos valores observados. Já o sistema convencional promoveu a redução linear do vigor das sementes ao longo do armazenamento, exceto para os resultados demonstrados nos testes de primeira contagem de germinação e índice de velocidade de germinação, os quais apresentaram aumento até os 60 dias de armazenamento. O retardo na colheita influenciou negativamente a germinação e o vigor das sementes, independentemente do tempo e do sistema de armazenamento. A combinação entre antecipação de colheita e armazenamento hermético proporciona sementes com melhor desempenho fisiológico ao longo do tempo.

PALAVRAS-CHAVE: *Triticum aestivum*; Antecipação de colheita; Armazenamento hermético.

WATER CONTENT IN THE HARVESTING AND SYSTEMS OF STORAGE ON THE PHYSIOLOGICAL PERFORMANCE OF WHEAT SEEDS

ABSTRACT

The physiological performance of wheat seeds can be influenced by the harvest timing and by the storage system. In this way, the study aimed to evaluate the physiological performance of wheat seeds as a function of different grain moisture time in the harvest with later storage in a hermetic and conventional system. To do so, wheat seeds, cultivar BRS Parudo, was sowed. It was used a completely randomized experimental design, arranged in factor 5x3x2 (storage time x harvesting grain moisture x storage system), with four replications. The data obtained were submitted to variance analysis, with subsequent means comparison test (Tukey HSD Test) or regression analysis. The harvest was realized when the seeds reached 28.6, 18.5 e 12.9% grain moisture, following by drying at 38 °C in a forced-air-circulation oven until the water content reached approximately 13%. Subsequently, the seeds were stored for 240 days under two systems, hermetic (PET bottles) and conventional (Kraft paper bags) at room temperature. The evaluation of the physiological performance of the seeds was done by germination test, first germination count, germination speed index, accelerated aging test, cold test, shoot length and dry matter of seedlings. It was concluded that: wheat seeds germination, stored under a hermetic system, increased up to 180 days of storage due to the dormancy breaking process, with subsequent decreased of the observed values, while those stored under conventional system showed a linear decreased germination throughout the storage. The hermetic system provided an increase in seed vigor up to 120 days of storage, and after this period there was a reduction of the observed values. The conventional system promoted the linear reduction of seed vigor throughout the storage, except for the results demonstrated in the tests of first count of germination and rate of germination, which showed an increase up to 60 days of storage. The harvest delay negatively influenced the seeds germination and vigor throughout the storage, regardless the storage system. The combination between harvest anticipation and hermetic system promoted better physiological performance through the time.

KEY-WORDS: *Triticum aestivum*; Harvest anticipation; Hermetic storage; Germination; Vigor.

INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é um dos principais alimentos consumidos no mundo, sendo uma das culturas de maior importância para a segurança alimentar (Walia, 2015). O consumo mundial de trigo é estimado em 739,7 milhões de toneladas, com produção mundial estimada em 751,2 milhões de toneladas de grãos para a safra 2016/17 (USDA, 2016).

Dentre os principais fatores que influenciam na produtividade da cultura do trigo está a qualidade das sementes. Desta forma, a utilização de sementes de alto desempenho fisiológico

possibilita maior velocidade de germinação e emergência, além de melhor estabelecimento das plantas a campo (Lima et al., 2006).

O desempenho fisiológico é um dos principais parâmetros levados em conta para a classificação das sementes quanto à sua qualidade. No entanto, o máximo potencial de qualidade das sementes é observado por ocasião da maturidade fisiológica, o qual tende a reduzir até a colheita, dependendo da intensidade das condições climáticas a que ficam expostas no campo, como umidade relativa do ar e temperatura. Desta forma, a época de colheita pode afetar negativamente o desempenho fisiológico das sementes quando realizada tardiamente. Sendo assim, a antecipação da colheita, além de reduzir os riscos de deterioração das sementes no campo, pode proporcionar ganhos em qualidade, uma vez que são colhidas mais próximas da maturidade fisiológica (Siddique & Wright, 2003; Farrer et al., 2006).

Além da época de colheita, cuidados no armazenamento são de extrema importância para a manutenção do desempenho fisiológico das sementes oriundas do campo, visto que em condições inadequadas de armazenamento as mesmas podem sofrer perdas consideráveis em termos de qualidade, principalmente a fisiológica, até a época de semeadura.

Um dos fatores que podem influenciar na qualidade do armazenamento é a capacidade do sistema de armazenamento de evitar as trocas gasosas com o ar ambiente, uma vez que estas influenciam diretamente nas taxas respiratórias das sementes. Desta forma, o armazenamento hermético pode proporcionar a conservação das sementes por um período mais longo de tempo em comparação ao armazenamento convencional, ao passo que impossibilita as trocas gasosas entre a massa de sementes e o meio externo, reduzindo assim a taxa respiratória das sementes, o ataque de pragas e, conseqüentemente, a deterioração (Jonfia-Essien et al., 2010; Tubbs et al., 2016).

Alguns estudos abordam o desempenho fisiológico de sementes de trigo durante o armazenamento, como por exemplo, em função da aplicação de inseticidas, da temperatura e umidade relativa do ar, do teor de água das sementes, além de diferentes embalagens e sistemas de armazenamento (Rocha Júnior e Usberti, 2007; Strelec et al., 2010; Chattha et al., 2012 e Petrenko,

2014). No entanto, estudos abordando o retardo na colheita de sementes de trigo, assim como a associação de diferentes teores de água de colheita com o armazenamento hermético sobre o desempenho fisiológico das sementes ao longo do tempo são escassos ou desatualizados.

Sendo assim, a realização do trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho fisiológico de sementes de trigo, cultivar BRS Parrudo, em função de distintos teores de água na colheita com posterior armazenamento em sistema hermético e convencional.

MATERIAL E MÉTODOS

As sementes de trigo, cultivar BRS Parrudo, foram obtidas da área experimental do Colégio Agrícola Ângelo Emílio Grando, no município de Erechim /RS, na safra 2015. O cultivo foi realizado sob sistema de semeadura direta, sendo a adubação, bem como os tratamentos fitossanitários, realizados de acordo com as indicações técnicas para a cultura do trigo (Reunião,... 2015).

O experimento foi conduzido no Laboratório de Sementes da UFFS, câmpus Erechim/RS, conforme o delineamento experimental inteiramente casualizado, disposto em esquema fatorial 3x2x5 (teor de água na colheita x sistema de armazenamento x tempo de armazenamento), com quatro repetições por tratamento.

A colheita do material foi realizada manualmente, por meio da coleta das espigas, quando as sementes atingiram os teores de água de 28,6, 18,5 e 12,9% b.u. O monitoramento do teor de água das sementes, à campo, foi realizado com o auxílio de medidor portátil de umidade Motomco, modelo 999-RF, com confirmação pelo método da estufa a 105 ± 3 °C, durante 24 h (RAS, 2009).

Afim de minimizar dano mecânico às sementes, as espigas obtidas da colheita realizada com teor de água de 28,6% foram submetidas à secagem prévia, a temperatura de 38 °C, em estufa de circulação forçada de ar, até atingir teor de água de aproximadamente 20% b.u., para então ser realizada a trilha. Já o material provindo das demais colheitas foram encaminhados diretamente para a trilha, a qual foi realizada com o auxílio de trilhadora mecânica de parcelas. Após as sementes oriundas das colheitas realizadas com os teores de água de 28,6 e 18,5% foram secas em estufa, com

circulação forçada de ar, à temperatura máxima de 38 °C, encerrando-se a operação quando as mesmas apresentavam teor de água próximo a 13% b.u.

O início do armazenamento ocorreu entre 10 e 30 de novembro de 2015, devido às épocas de colheita, sendo realizado sob dois sistemas: hermético e convencional. Para o sistema hermético foram utilizadas garrafas de politereftalato de etileno (PET) e para o convencional sacos de papel kraft, com volume de 900 e 2500 cm³, respectivamente. Ao total foram constituídas 120 unidades experimentais, com capacidade individual de 750 g de sementes, sendo uma para cada tratamento e sua respectiva repetição. Foi adotado esse procedimento para evitar a perda da hermeticidade das garrafas PET por ocasião da obtenção das amostras durante a armazenamento, dispensando assim sua reposição.

As sementes foram mantidas em sala a temperatura ambiente durante 240 dias, efetuando-se, durante este período a coleta quinzenal dos valores de temperatura e umidade relativa do ar do local de armazenamento, com o auxílio de um termohigrômetro digital.

Para a realização das análises fisiológicas das sementes, as amostras foram obtidas ao início do armazenamento (tempo zero) e, posteriormente, em intervalos de 60 dias até o final do período de armazenamento. As análises realizadas, para avaliar o desempenho fisiológico das sementes, seguem descritas a seguir.

O teste de germinação foi conduzido em rolos de papel tipo Germitest, embebidos em água destilada na proporção de 2,5 vezes o seu peso e mantidos em câmara de germinação marca Tecnal modelo TE-405 a 20±3 °C e fotoperíodo de 12 h. Foram utilizadas 400 sementes por repetição, distribuídas em oito repetições de 50 sementes. As avaliações foram realizadas de acordo com as Regras para Análise de Sementes, sendo os resultados expressos em porcentagem (RAS, 2009).

A primeira contagem foi realizada conjuntamente a o teste de germinação. As avaliações ocorreram ao 4º dia após a semeadura, por meio da contagem do número de plântulas normais, sendo os resultados expressos em porcentagem de germinação (RAS, 2009).

O índice de velocidade de germinação foi conduzido simultaneamente ao teste de germinação, por meio da contabilização do número de sementes germinadas normais por dia, desde a sementeira até o 4º dia, sendo determinado conforme proposto por Maguire (1962), e calculado pela Equação 1:

$$IVG = \frac{G1}{N1} + \frac{G2}{N2} + \frac{Gn}{Nn} \quad 1$$

Em que: IVG = índice de velocidade de germinação; G1, G2...Gn = número de plântulas normais na primeira, segunda e última contagens; N1, N2... Nn = número de dias de sementeira à primeira, segunda e última contagem.

Para o teste de envelhecimento acelerado as sementes foram dispostas em gerbox, contendo 50 mL de água destilada, suspensas com tela e acondicionadas em câmara BOD à temperatura de 41 °C por 72 h (Marcos Filho et al. 1987). Após esta etapa o teste foi conduzido conforme descrito para o teste de germinação, sendo realizado ao 4º dia após a sementeira a contagem do número de plântulas normais, tendo os resultados expressos em porcentagem.

O teste de frio foi conduzido em rolos de papel germitest, igualmente ao teste de germinação. Entretanto, previamente os rolos foram acondicionados em sacos plásticos e dispostos a temperatura de 10 °C por sete dias em câmara BOD, conforme Loeffler et al. (1985). Após foram dispostos em câmara germinadora marca Tecnal modelo TE-405 à temperatura de 20 °C, durante quatro dias. Após esse período foi realizada a contagem das plântulas normais, sendo os resultados expressos em percentual.

O comprimento da parte aérea e a transferência de matéria seca foram determinados conjuntamente ao teste de germinação. O comprimento da parte aérea foi determinado por meio da mensuração, com o auxílio de régua graduada em milímetros, da parte aérea de 15 plântulas coletadas aleatoriamente em cada rolo, sendo os resultados expressos em cm plântula⁻¹. Já para determinar a transferência de matéria seca foi realizada a excisão do endosperma das plântulas normais, as quais, posteriormente, foram secas em estufa a temperatura a 65° C, até peso constante. Os resultados foram expressos em g plântula⁻¹ (Menezes, 1995).

Para os testes de vigor foram consideradas apenas as plântulas que possuíam no mínimo 1 cm de parte aérea e a protrusão da raiz.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($p \leq 0,05$), com o auxílio do software Statística® 10.0. As médias das variáveis qualitativas foram comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) e as variáveis quantitativas submetidas à análise de regressão. Os modelos foram selecionados com base na significância da equação, pelo teste F, e a significância dos coeficientes de regressão pelo valor "p" (adotando o máximo de 0,05) e pelo coeficiente de determinação (r^2).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de temperatura e umidade relativa do ar, obtidas quinzenalmente durante o período de armazenamento, estão apresentadas na Figura 1.

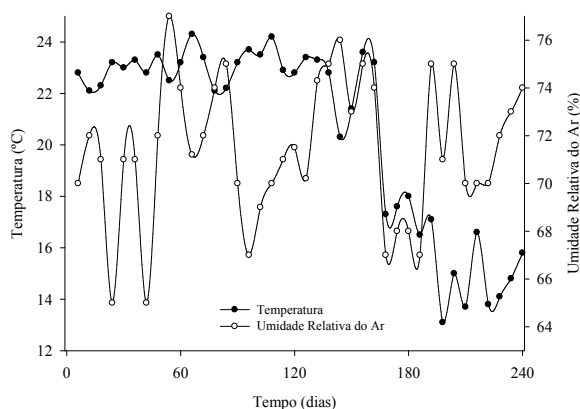


Figura 1. Temperatura e umidade relativa do ar durante ao armazenamento em condições ambientais das sementes de trigo, cultivar BRS Parrudo.

A temperatura média no local de armazenamento foi de 20,5 °C, variando entre 13 e 24,5 °C durante o período de 240 dias. A partir dos 165 dias de armazenamento, aproximadamente, ocorreu queda na temperatura em virtude do início do inverno, responsável pela maior amplitude térmica durante o armazenamento. Já a umidade relativa do ar variou entre 60 e 77%, obtendo média de 71,1%.

Tabela 1. Resumo da análise de variância, teste F, para germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), envelhecimento acelerado (EA), teste de frio (TF), comprimento de parte aérea (CPA) e transferência de matéria seca (TMS) de sementes de trigo, BRS Parrudo, colhidas com distintos teores de água e submetidas à armazenagem hermética e convencional sob condições ambientais durante 240 dias. Erechim, 2016.

FV	GL	Valores de p						
		G	PCG	IVG	EA	TF	CPA	TMS
C X T	8	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,008	<0,0001
C X SA	2	<0,0001	<0,0001	0,0005	<0,0001	<0,0001	0,041	<0,0001
T X SA	4	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
C X T X SA	8	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,004	<0,0001

FV: fonte de variação; C: colheita; T: tempo e SA: sistema de armazenagem; GL: graus de liberdade

As regressões obtidas para as variáveis germinação, primeira contagem de germinação e índice de velocidade de germinação estão apresentadas na Figura 2.

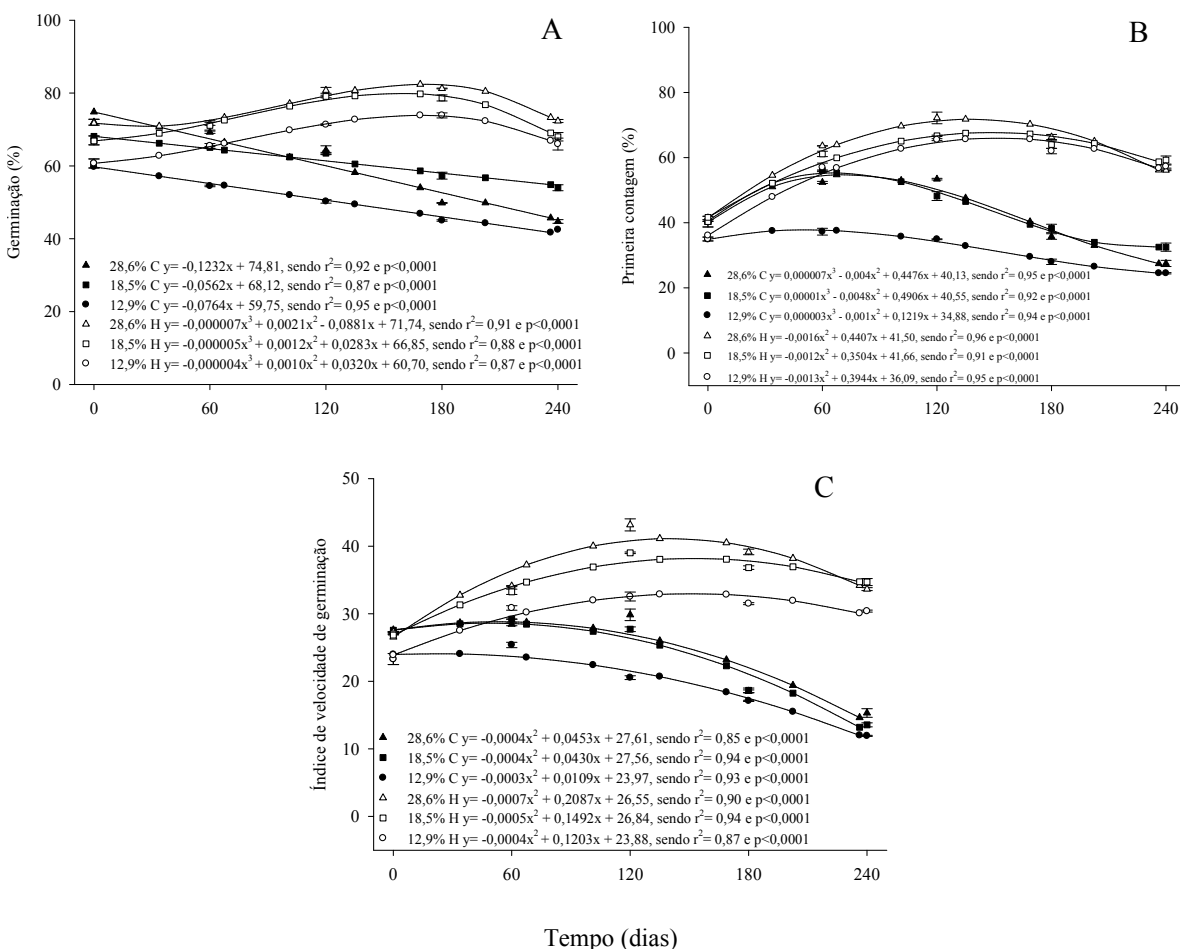


Figura 2: Germinação (A), primeira contagem de germinação (B) e índice de velocidade de germinação (C), de sementes de trigo, cultivar BRS Parrudo, colhidas em diferentes teores de água (28,6, 18,5 e 12,9%) armazenadas em sistema convencional (C) e hermético (H) sob condições ambientais durante 240 dias.

A germinação das sementes de trigo armazenadas no sistema hermético aumentou até os 180 dias de armazenamento para todo os teores de água na colheita, sendo que após este período ocorreu decréscimo na porcentagem de germinação, porém sempre apresentando valores superiores ao sistema convencional (Figura 2A). Este resultado pode ser devido à dormência das sementes, a qual, no caso do trigo, é maior logo após a colheita devido à presença de hormônios de inibição da germinação, como o ácido abscísico (ABA), sendo assim, a quebra da dormência se dá ao longo do processo de armazenamento, o que ocasiona aumento na porcentagem de sementes germinadas (Tuttle et al., 2015). Resultados semelhantes foram obtidos por Rupollo et al. (2004) e Petrenko (2014) estudando sementes de aveia e trigo, os quais verificaram aumento da germinação das

sementes durante o armazenamento hermético, com posterior queda na germinação a partir dos 180 e 360 dias após o armazenamento, respectivamente.

De acordo com os resultados obtidos para a germinação das sementes de trigo, o sistema hermético pôde manter por mais tempo a qualidade fisiológica das sementes. Este fato pode estar relacionado à maior concentração de CO₂ na atmosfera interna deste sistema de armazenamento, o que reduz a respiração das sementes, desacelerando o processo de degradação, como comprovado nos estudos de Aguiar et al. (2015) em sementes de arroz, o qual demonstrou que as sementes armazenadas sob altas concentrações de CO₂ apresentaram maior porcentagem de germinação durante o armazenamento.

As sementes armazenadas no sistema convencional apresentaram queda linear no percentual de germinação ao longo do armazenamento para todas as condições de colheita (Figura 2A). As sementes colhidas tardiamente apresentaram desempenho inferior durante todo o período de armazenamento. Já a colheita realizada com teor de água de 28,6% apresentou queda mais acentuada da germinação, possivelmente devido aos danos ocasionados durante o beneficiamento e a secagem.

Neste caso, pode-se sugerir que o processo de deterioração das sementes foi mais acentuado do que o processo de quebra de dormência. Isto por que durante o armazenamento convencional as sementes estão sujeitas às oscilações de temperatura e umidade relativa do ar, o que, conseqüentemente, ocasiona flutuações no teor de água das sementes. Este processo de perda e ganho no teor de água resulta em danos ao tegumento, comprometendo a qualidade fisiológica (Copeland & McDonald, 1995). Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Rocha Júnior e Usberti (2007), Strelec et al. (2010) e Chattha et al. (2012), em que verificaram decréscimo no percentual de germinação de sementes de trigo, armazenadas sob sistema convencional, ao longo de 12 meses de armazenamento.

A colheita realizada com teor de água de 12,9% ocasionou redução na porcentagem de germinação das sementes de trigo, apresentando valores inferiores às demais colheitas durante todo o período de armazenamento em ambos os sistemas de armazenamento, evidenciando assim, os danos

ocasionados pelo retardo na colheita. Estes resultados são semelhantes aos encontrados por Tunes et al. (2010a) e Diniz et al. (2013), que verificaram o decréscimo na germinação de sementes de cevada e soja, respectivamente, com o retardo na colheita. Segundo os autores, a redução da germinação está associada à elevação da incidência de fungos e aumento do processo de deterioração, devido às condições adversas que as sementes ficam expostas no campo, como períodos intermitentes de molhamento e seca, além das oscilações de temperatura.

De acordo com o teste de primeira contagem de germinação a porcentagem de plântulas normais oriundas das sementes de trigo, armazenadas em sistema hermético, aumentou até os 120 dias após ao armazenamento, devido à dormência das sementes, enquanto que as sementes armazenadas sob sistema convencional apresentaram aumento da porcentagem de plântulas normais somente até os 60 dias, sendo que após, para ambos os sistemas, houve queda nos valores observados (Figura 2B). No entanto, o sistema hermético, durante todo o período de armazenamento proporcionou maior porcentagem de plântulas normais quando comparado ao sistema convencional.

Resultados semelhantes aos obtidos neste estudo foram encontrados por Naguib et al. (2011), em que demonstram a redução dos valores de primeira contagem de sementes de trigo ao longo do armazenamento convencional. Já Cardoso et al. (2012), constataram a redução dos valores de primeira contagem de sementes de crambe, armazenadas em sistema convencional e hermético, durante nove meses.

O retardo na colheita influenciou negativamente os valores de primeira contagem de germinação para ambos os sistemas de armazenamento, corroborando com os resultados observados por Tunes et al. (2010a) em sementes de cevada com o atraso na colheita.

A velocidade de germinação das sementes armazenadas em sistema hermético aumentou até 120 dias, sendo que após este período houve a redução dos valores observados, de acordo com índice de velocidade de germinação (Figura 2C), porém sempre mantendo valores superiores ao sistema convencional durante todo o período de armazenamento. Já as sementes armazenadas em sistema convencional apresentaram redução da velocidade de germinação já a partir dos 60 dias de

armazenamento. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Smaniotto et al. (2014), os quais verificaram a redução da velocidade de germinação de sementes de soja ao longo do armazenamento, e por Cardoso et al. (2012), em que constataram a redução da velocidade de germinação de sementes de crambe, armazenadas em sistema convencional e hermético, durante nove meses. Dentre as colheitas, a realizada com teor de água de 12,9% proporcionou sementes com menor velocidade de germinação ao longo do armazenamento para ambos os sistemas. Resultado semelhante ao encontrado por Tunes et al. (2010a) em sementes de cevada com o atraso na colheita.

A redução do vigor das sementes armazenadas em sistema convencional, verificada somente após 60 dias, nos testes de primeira contagem e índice de velocidade de germinação, demonstram que estes testes apresentaram baixa sensibilidade para mensurar o vigor das sementes, visto que são testes que levam em conta a velocidade de germinação das sementes. Isto porque a perda da velocidade de germinação não está entre os primeiros eventos relacionados à deterioração, impossibilitando a detecção mais apurada do vigor das sementes (Dias et al., 2001).

As regressões obtidas para os testes de envelhecimento acelerado e teste de frio estão apresentadas na Figura 3.

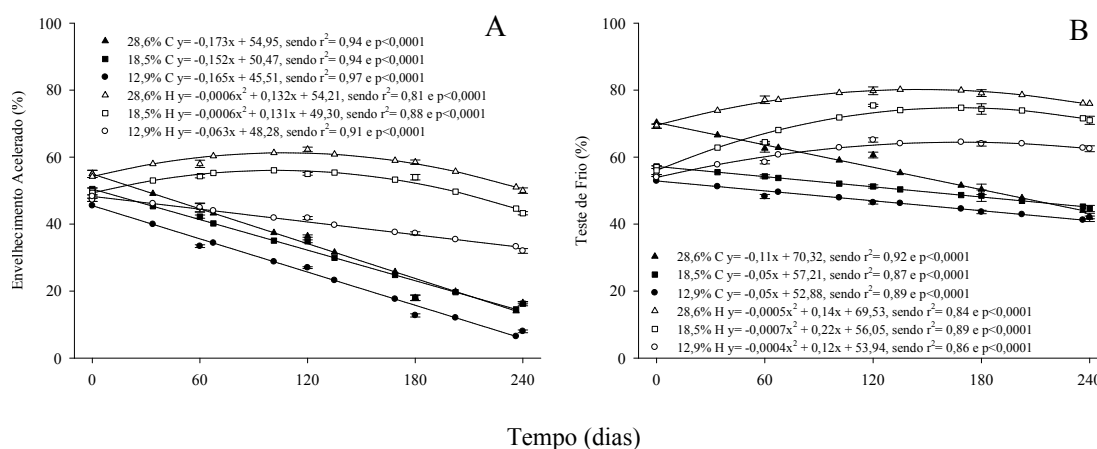


Figura 3: Germinação de sementes de trigo, cultivar BRS Parrudo, colhidas em diferentes teores de água (28,6, 18,5 e 12,9%) e armazenadas em sistema convencional (C) e hermético (H) sob condições ambientais durante 240 dias, submetidas aos testes de envelhecimento acelerado (A) e de frio (B). Erechim, 2016.

De acordo com o teste de envelhecimento acelerado ocorreu aumento da porcentagem de plântulas normais oriundas das sementes colhidas com os teores de água de 28,6 e 18,5% e mantidas

em sistema hermético até os 120 dias de armazenamento, devido ao processo de quebra de dormência, sendo que após este período houve o decréscimo dos valores observados. Estes resultados são semelhantes aos obtidos por Tunes et al. (2010b), os quais verificaram aumento da porcentagem de plântulas normais de cevada, submetidas ao teste de envelhecimento acelerado, até 120 dias de armazenamento em câmara fria e seca. Já as sementes oriundas da colheita realizada com teor de água de 12,9%, mesmo armazenadas em sistema hermético, apresentaram decréscimo linear da porcentagem de plântulas normais durante o período de armazenamento, evidenciando a deterioração sofrida no campo devido às condições inadequadas de umidade relativa e temperatura.

As sementes armazenadas sob sistema convencional apresentaram queda linear da porcentagem de plântulas normais durante o período de armazenamento para todas as condições de colheita. Além disso, o sistema convencional proporcionou menor porcentagem de plântulas normais quando comparado com o sistema hermético, para as diferentes condições de colheita, já a partir dos 60 dias após o armazenamento, até o final do experimento. Resultados semelhantes foram obtidos por Rocha Júnior & Usberti (2007) e Naguib et al. (2011) em que verificaram, por meio do teste de envelhecimento acelerado, a redução da porcentagem de plântulas normais de trigo durante 12 e 18 meses de armazenamento, respectivamente. Também, Cardoso et al. (2012) constataram a redução da porcentagem de plântulas normais de crambe ao longo de nove meses de armazenamento em sistema convencional.

Os resultados obtidos no teste de frio demonstram que as sementes armazenadas em sistema hermético, para todos os teores de água na colheita, apresentaram aumento da porcentagem de plântulas normais até 120 dias após ao armazenamento, devido à dormência das sementes, sendo que após este período houve decréscimo dos valores observados (Figura 3B). As sementes armazenadas sob sistema convencional demonstraram queda linear na porcentagem de plântulas normais durante todo o período de armazenamento, apresentando valores inferiores quando comparadas ao sistema hermético para as diferentes condições de colheita. Além disso, o retardo na colheita influenciou negativamente a porcentagem de plântulas normais para ambos os sistemas de armazenamento em

todo o período de armazenamento. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Timóteo e Marcos-Filho (2013) em que verificaram a redução do vigor de sementes de milho, por meio do teste de frio, por um período de 15 meses de armazenamento convencional.

No entanto, o teste de frio apresentou valores próximos aos obtidos no teste de germinação, indicando baixa sensibilidade para avaliar o vigor das sementes de trigo (Figuras 2A e 3B), como verificado por Fanan et al. (2006) em sementes de trigo, os quais verificaram que os valores observados no teste de frio foram semelhantes aos de germinação. Segundo os autores, este fato deve-se à temperatura mínima para a germinação do trigo (3-5° C), a qual é mais baixa em relação a utilizada no teste de frio (10° C), o que permite que as sementes germinem durante o período de resfriamento, aumentando o número de plântulas normais até a contagem.

Já o teste de envelhecimento acelerado proporcionou melhores condições para a avaliação do vigor das sementes de trigo submetidas aos diferentes fatores (Figura 3A). Segundo Fanan et al. (2006) a temperatura elevada, combinada com a alta umidade relativa do ar, utilizadas no teste aumentam a velocidade de degradação das sementes, possibilitando a classificação mais apurada de diferentes lotes de sementes quanto ao seu vigor.

As regressões obtidas para as variáveis comprimento de parte aérea e matéria seca de plântula estão apresentadas na Figura 4.

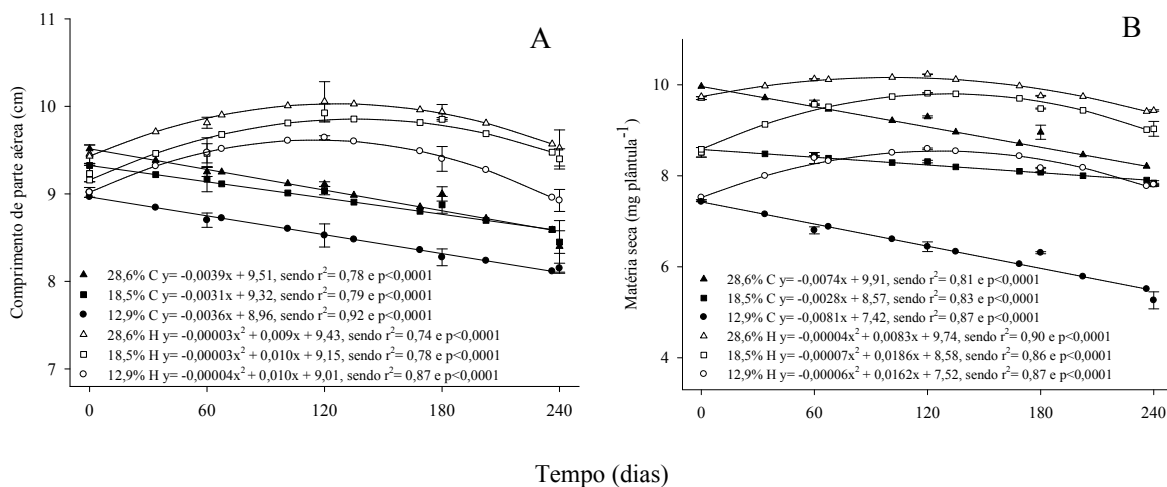


Figura 4: Comprimento de parte aérea (A) e matéria seca de plântulas (B) de trigo, cultivar BRS Parrudo, colhidas em diferentes teores de água (28,6, 18,5 e 12,9%) e armazenadas em sistema convencional (C) e hermético (H) sob condições ambientais durante 240 dias. Erechim, 2016.

As plântulas oriundas das sementes colhidas com teor de água de 28,6% e armazenadas sob sistema hermético, apresentaram os maiores valores de comprimento de parte aérea durante todo o período de armazenamento (Figura 4A). Dentre os sistemas de armazenamento, o hermético proporcionou plântulas com maior comprimento de parte aérea durante o armazenamento, quando comparado ao sistema convencional. Resultados semelhantes foram encontrados por Tunes et al. (2010b) em sementes de cevada, os quais observaram o aumento do comprimento de parte aérea das plântulas até os 120 dias de armazenamento em câmara fria e seca.

Houve aumento do comprimento da parte aérea das plântulas provenientes de sementes armazenadas sob sistema hermético, para ambas as condições de colheita, até 120 dias de armazenamento, devido ao processo de quebra de dormência das sementes, sendo que após este período houve a redução dos valores. Em relação ao sistema convencional houve queda linear do comprimento da parte aérea e matéria seca das plântulas ao longo do período de armazenamento. O retardo na colheita proporcionou o menor comprimento da parte aérea das plântulas, para ambos sistemas ao longo do tempo de armazenamento.

O teste de transferência de matéria seca demonstrou que as sementes colhidas com teor de água de 28,6% e armazenadas em sistema hermético, apresentaram maior capacidade de transferir nutrientes ao eixo embrionário, visto que apresentaram maiores valores de matéria seca durante todo o período de armazenamento (Figura 4B). A transferência de matéria seca das sementes armazenadas em sistema hermético aumentou até os 120 dias de armazenamento para todas as colheitas, devido à dormência das sementes, sendo que após este período houve a redução dos valores observados. A capacidade de transferência de matéria seca das sementes armazenadas em sistema convencional decaiu linearmente ao longo do armazenamento para todas as colheitas, porém a colheita realizada com teor de água de 12,9% apresentou os menores valores.

No entanto, mesmo armazenadas em sistema convencional, as sementes colhidas antecipadamente (28,6%) proporcionaram maior quantidade de matéria seca por plântula durante todo

o período de armazenamento, quando comparadas com as sementes colhidas tardiamente (12,9%), inclusive no armazenamento hermético.

A mensuração do comprimento, bem como a determinação da matéria seca das plântulas proporcionam estimativas do vigor das sementes, visto que sementes mais vigorosas possuem maior capacidade de nutrir o eixo embrionário, resultando em plântulas com maiores taxas de crescimento e de acumulação de matéria seca (Dan et al., 1987).

De acordo com os testes de vigor realizados a combinação entre a antecipação de colheita com o armazenamento hermético, permite a conservação da qualidade das sementes por mais tempo, quando comparado ao sistema convencional. Além disso, o incremento no vigor demonstrado nos resultados dos testes de primeira contagem, índice de velocidade de germinação, envelhecimento acelerado, teste de frio, comprimento de parte aérea e transferência de matéria seca até os 120 dias de armazenamento, para as sementes armazenadas em sistema hermético nas diferentes condições de colheita, provavelmente está relacionado ao processo de quebra de dormência, visto que apresentaram comportamento fisiológico semelhante ao teste de germinação padrão.

CONCLUSÕES

O teor de água na colheita, o tempo e o sistema de armazenamento influenciam diretamente no desempenho fisiológico de sementes de trigo.

O retardo na colheita, bem como o tempo de armazenamento reduzem o desempenho fisiológico de sementes de trigo. As sementes armazenadas em sistema hermético apresentaram melhor desempenho fisiológico, quando comparadas às armazenadas em sistema convencional.

A colheita de sementes de trigo com teores de água entre 18,5% e 28,6% combinada com o armazenamento hermético proporciona sementes com melhor desempenho fisiológico durante 8 meses de armazenagem.

REFERÊNCIAS

ADHIKARINAYAKEA, T. B.; PALIPANE, K. B.; MÜLLER, J. Quality change and mass loss of paddy during airtight storage in a ferro-cement bin in Sri Lanka. **Journal of Stored Products Research**, v. 42, n.1, p. 377-390, 2006.

AGUIAR, R. W. de S. et al. Effect of carbon dioxide on quality of rice seeds. **Bioscience Journal**, v. 31, n. 5, p. 1413-1422, 2015.

CARDOSO, R. B.; BINOTTI, F. F. da S.; CARDOSO, E. D. Potencial fisiológico de sementes de crambe em função de embalagens e armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 3, p. 272-278, 2012.

CHATTHA, S. H. et al. Effect of different packing materials and storage conditions on the viability of wheat seed (TD-1 variety). **Science, Technology and Development**, v. 31, n. 1, p. 10-18, 2012.

COPELAND, L.O.; McDONALD, M.B. **Seed Science and Technology**. New York: CHAPMAN & HALL, 1995. 410 p.

DAN, E.L. et al. Transferência de matéria seca como método de avaliação do vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 9, n. 3, p. 45-55, 1987.

DIAS, D.C. Maturação de sementes. **Seed News**, v.5, n.6, p.3-4, 2001.

DINIZ, F. O. et al. Physiological quality of soybean seeds of cultivars submitted to harvesting delay and its association with seedling emergence in the field. **Journal of Seed Science**, v. 35, n. 2, p.147-152, 2013.

FANAN, S. et al. Avaliação do vigor de sementes de trigo pelos testes de envelhecimento acelerado e de frio. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 2, p. 152-158, 2006.

FARRER, D. et al. Delayed Harvest Effect on Soft Red Winter Wheat in the Southeastern USA. **Agronomy Journal**, v. 98, n.1, p. 588-595, 2006.

FERRARI FILHO, E. et al. Qualidade de grãos de trigo submetidos a diferentes condições de armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 18, n.1, p. 25-35, 2012.

JONFIA-ESSIEN, W.; NAVARRO, S.; VILLERS, P. Hermetic storage: a novel approach to the protection of cocoa beans. **African Crop Science Journal**, v. 18, n. 2, p. 59-68, 2010.

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, p. 106-113, 2006.

LOEFFLER, T.M.; MEYER, J.L.; BURRIS, J.S. Comparação dos dois processos de ensaio para utilização em estudos de secagem do milho. **Ciência e Tecnologia de Sementes**, v.13, n.1, p.653-658, 1985.

MAGUIRE, J.D. Velocidade de germinação na seleção e avaliação de emergência e vigor de plântulas. **Crop Science**, v.2, n. 1, p. 176-177, 1962.

MARCOS-FILHO, J.; CICERO, S.M.; SILVA, W.R. **Avaliação da qualidade de sementes**. Piracicaba: FEALQ, 1987. 320 p.

NAGUIB, N. A.; MOHAMED, E. A. I.; EL- AIDY, N. A. Effect of storage period and packaging material on wheat (*Triticum aestivum* L.) seed viability and quality. **Egyptian Journal of Agricultural Research**, v. 89, n. 4, p. 1481-1497, 2011.

PETRENKO, V. Influence of storage conditions on germination of winter wheat seeds (*Triticum aestivum* L.) in relation to agriculture systems. **Žemės Ūkio Mokslai**, v. 21, n. 3, p. 173–180, 2014.

PRASANTHA, B. D. R. et al. End-use quality characteristics of hermetically stored paddy. **Journal of Stored Products Research**, v. 59, n.1, p. 158-166, 2014.

REGRAS PARA ANÁLISE DE SEMENTES. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2009. 395p.

Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale. 8. 2014. Passo Fundo. **Informações Técnicas para Trigo e Triticale - Safra 2015**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2014. 230p.

ROCHA JÚNIOR, L. S.; USBERTI, R. Qualidade física e fisiológica de sementes de trigo expurgadas com fosfina durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 1, p. 45-51, 2007.

RUBIM, R. F. et al. Physiological quality of fennel (*Foeniculum vulgare* Miller) seeds stored in different containers and environmental conditions. **Journal of Seed Science**, v. 35, n. 3, p. 331-339, 2013.

RUPOLLO, G. et al. Efeito da umidade e do período de armazenamento hermético na contaminação natural por fungos e a produção de micotoxinas em grãos de aveia. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n.1, p. 118-125, 2006.

SIDDIQUE, A.B.; WRIGHT, D. Effects of different drying time and temperature on moisture percentage and seed quality (viability and vigour) of pea seeds (*Pisum sativum* L.). **Asian Journal Plant Science**, v.2, p.978-982, 2003.

SMANIOTTO, T. A. de S. et al. Qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas em diferentes condições. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 4, p. 446-453, 2014.

STRELEC, I. Influence of temperature and relative humidity on grain moisture, germination and vigour of three wheat cultivars during one year storage. **Poljoprivreda**, v. 16, n. 2, p. 20-24, 2010.

TIMÓTEO, T. S.; MARCOS-FILHO, J. Seed performance of different corn genotypes during storage. **Journal of Seed Science**, v. 35, n. 2, p. 207-215, 2013.

TUBBS, T.; BARIBUTSA, D.; WOLOSHUK, C. Impact of opening hermetic storage bags on grain quality, fungal growth and aflatoxin accumulation. **Journal of Stored Products Research**, v. 69, n.1, p. 276-281, 2016.

TUNES, L. M. et al. Diferentes épocas de colheita e qualidade fisiológica de sementes de cevada. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 2 p. 042-048, 2010a.

TUNES, L. M. et al. Armazenabilidade de sementes de cevada colhidas em diferentes épocas. **Bioscience Journal**, v. 26, n. 3, p. 403-412, 2010b.

TUTTLE, K. M. et al. Grain dormancy loss is associated with changes in ABA and GA sensitivity and hormone accumulation in bread wheat, *Triticum aestivum* (L.). **Seed Science Research**, v. 25, n. 2, p. 179-193, 2015.

USDA, United States Department of Agriculture. **Grain: World Markets and Trade**. December, 2016. 57 p.

WALIA, K. B. H. Drought stress delays endosperm development and misregulates genes associated with cytoskeleton organization and grain quality proteins in developing wheat seeds. **Plant Science**, v. 240, n.1, p. 110-119, 2015.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A qualidade física e sanitária, além do desempenho fisiológico de sementes de trigo são influenciadas pelo teor de água na colheita e o sistema de armazenamento adotado ao longo do tempo.

A qualidade física e sanitária, assim como o desempenho fisiológico das sementes de trigo reduz de acordo com o retardo na colheita e com o tempo de armazenamento para ambos os sistemas de armazenamento, porém o sistema hermético proporciona mais tempo de conservação às sementes.

Para as condições em que o experimento foi realizado a colheita de sementes de trigo com teores de água entre 18,5 e 28,6% combinada com o armazenamento hermético proporciona maior qualidade física, sanitária e melhor desempenho fisiológicas às sementes.