



Análise da qualidade fisiológica de sementes de amaranto colhidas em diferentes épocas e armazenadas por até dois anos. Analysis of the physiological quality of amaranth seeds harvested at different times and stored for two years.

Elisa de Souza Lemes¹, André de Oliveira Mendonça², [Tiago Zanatta Aumonde](#)³, [Mateus Schneider Bruinsma](#)⁴, [Geri Eduardo Meneghello](#)⁵, [Tiago Pedó](#)⁶, Francisco Amaral Villela⁷

¹ Docente na Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas – UFPel, Capão do Leão/RS – Brasil. E-mail: lemes.elisa@yahoo.com.br

² Docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha – IFFAR, Alegrete/RS – Brasil. E-mail: andre.mendonca@iffarroupilha.edu.br

³ Docente na Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas – UFPel, Capão do Leão/RS – Brasil. E-mail: tiago.aumonde@gmail.com

⁴ Mestrando, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas – UFPel, Capão do Leão/RS – Brasil. E-mail: mateusbruinsma@hotmail.com

⁵ Engenheiro Agrônomo. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas – UFPel, Capão do Leão/RS – Brasil. E-mail: geriem@ufpel.edu.br

⁶ Docente na Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas – UFPel, Capão do Leão/RS – Brasil. E-mail: tiagopedo@gmail.com

⁷ Docente na Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas – UFPel, Capão do Leão/RS – Brasil. E-mail: francisco.villela@ufpel.edu.br

Resumo

Objetivou-se avaliar os efeitos de diferentes épocas de colheita e períodos de armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de amaranto da cultivar BRS Alegria. Foi avaliada a qualidade das sementes em três momentos de colheita, com intervalos de 20 dias e o período de armazenamento, em quatro momentos, no momento da colheita e outras três avaliações em intervalos de 30 dias, além de avaliações da expressão isoenzimática após dois anos de armazenamento das sementes em câmara fria. Foram observadas variações na qualidade fisiológica das sementes de amaranto nas diferentes épocas de colheita e períodos de armazenamento. Constatando uma importante redução da qualidade fisiológica das sementes quando armazenadas por 90 dias.

Palavras-chave: Pseudocereais. Padrão eletroforético. Esterase. Fosfatase ácida. *Amaranthus*.

Abstract

The objective was to evaluate the effects of different harvest times and storage periods on the physiological quality of amaranth seeds of the cultivar BRS Alegria. The quality of the seeds was evaluated in three moments of harvest, with intervals of 20 days and the period of storage, in four moments, at the moment of the harvest and other three evaluations in intervals of 30 days, in addition to evaluations of the isoenzymatic expression after two years of seed storage in a cold chamber. Variations in the physiological quality of amaranth seeds were observed at different harvest times and storage periods. Noting an important reduction in the physiological quality of the seeds when stored for 90 days.

Keywords: Pseudocereal. Electrophoretic patterns. Esterase. Acid phosphatase. *Amaranthus*.

Introdução

A produção de alimentos vem mudando nos últimos anos, apresentando estreita relação com o ambiente de produção. Por outro lado, a busca contínua por alimentos funcionais e nutracêuticos adaptados às mais variadas condições de cultivo e ambientais tem aumentado nos últimos anos (MONTEIRO et al., 2016). Desse modo, o cultivo de alimentos denominados de pseudocereais por apresentarem contribuição na alimentação humana e animal, além de sua ampla versatilidade e adaptação aos mais variados ambientes, possibilitam incorporá-las nos mais diferentes sistemas de produção agrícolas.

O amaranto (*Amaranthus* spp.) é uma destas espécies promissoras, que podem ser utilizadas como alternativa para diversificação dos sistemas de produção agrícola. Cabe salientar que existem várias espécies de amaranto com potencial de instantes para as demais plantas de lavoura.

A produção de sementes de amaranto é pouco estudada. Sendo dependente dos fatores ambientais e das características genéticas. Sementes com elevado potencial fisiológico apresentam maior velocidade na emergência e rápido estabelecimento das plântulas, o que implica no melhor aproveitamento dos fatores ambientais, favorecendo o crescimento da parte aérea e do sistema radicular (KOLCHINSKI et al., 2005).

O rápido estabelecimento das plantas em campo é uma etapa importante no cultivo das espécies, sendo atribuído à qualidade genética e fisiológica das sementes. Devido à utilização de sementes com alto vigor e germinação (ALMEIDA et al., 2009). O crescimento das plantas é relacionado com o processo fotossintético e as relações com os demais fatores podendo ser afetado por estresses ambientais (PANDA; KHAN, 2009).

Entretanto, não há informação disponível sobre épocas de colheita e aliado ao comportamento das sementes ao longo do armazenamento. Apesar da pouca atenção dirigida às sementes de pseudocereais, e pesquisas direcionadas a estudar métodos de armazenamento dessas sementes são praticamente inexistentes, sobretudo para as condições do Rio Grande do Sul. Em estudo realizado com sementes de quinoa, Borges et al. (2017) concluíram que sementes de quinoa apresentam maior estabilidade da umidade ao serem mantidas em embalagens impermeáveis por até 180 dias de armazenamento, conseguindo preservar elevada qualidade fisiológica, principalmente quando submetidas a baixas temperaturas. Perante o exposto, objetivou-se estudar diferentes épocas de colheita e a qualidade fisiológica de sementes de amaranto ao longo do armazenamento.

Material e métodos

O trabalho foi realizado em casa de vegetação revestida de policarbonato, localizada nas coordenadas geográficas de 31°52' S e 52°21' W (Capão do Leão/RS) e no Laboratório Didático de Análise de Sementes, pertencentes à Universidade Federal de Pelotas. As sementes de amaranto (*Amaranthus* spp.) foram obtidas junto à Embrapa e em áreas de produção de sementes no Brasil.

O delineamento experimental de campo foi inteiramente casualizado, com 15 repetições. Foram utilizadas sementes de amaranto, cultivar BRS Alegria. A semeadura foi efetuada em vasos de polietileno preto de capacidade 10 litros contendo substrato solo do horizonte A1 de um Planossolo Háplico Eutrófico Solódico, previamente corrigido, de acordo com análise prévia do solo e baseado no Manual de Adubação (COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – CQFS RS/SC, 2004). Os vasos foram perfurados na parte inferior para facilitar a drenagem do excesso de água e a

manutenção da capacidade de campo do solo, determinada a partir da metodologia da mesa de tensão (EMBRAPA, 1997).

A colheita de sementes foi realizada em três épocas a partir da palhada da inflorescência estava seca ($\pm 20\%$ da semente), com intervalo de 20 dias, e após beneficiadas manualmente, removendo-se material inerte e sementes visualmente danificadas. Após a colheita as sementes foram armazenadas em câmara fria a 15°C e UR de $65\pm 5\%$.

Logo após a colheita, foi avaliada a qualidade fisiológica das sementes a partir das seguintes avaliações:

Germinação (G) - conduzido com quatro subamostras de 50 sementes. As sementes foram dispostas para germinar em caixas tipo gerbox, sobre duas folhas de papel mata-borrão umedecidas na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco, mantidos em germinador à temperatura de 20°C , por 14 dias (BRASIL, 2009).

Primeira contagem da germinação (PCG) - realizada conjuntamente ao teste de germinação, por cinco dias, e os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009).

Peso de mil sementes (PMS) - determinado a partir de oito repetições de 100 sementes, contadas ao acaso com auxílio de contador manual, e em seguida pesadas em balança de precisão (BRASIL, 2009).

Massa seca de plântulas (MSPI) - obtidas a partir da massa de quatro subamostras de 10 plântulas, ao final do teste de germinação. As plântulas inteiras foram acondicionadas em envelopes de papel pardo e submetidos à secagem em estufa de ventilação forçada sob temperatura de 70°C por 72 horas.

Os tratamentos consistiram em três épocas de colheita e quatro períodos de armazenamento (zero, 30, 60 e 90 dias após a colheita), em delineamento experimental inteiramente casualizado em parcela subdivida, com quatro repetições. Buscou-se estabelecer os processos fisiológicos relacionados ao desempenho diferencial de sementes de amaranto em diferentes épocas e submetidas ao armazenamento. Sendo determinados os seguintes parâmetros:

Emergência de plântulas em casa de vegetação (EM) - conduzido em quatro subamostras de 50 sementes. A semeadura foi efetuada em bandejas de poliestireno expandido de duzentas células, contendo como substrato areia lavada. Vinte e um dias após a semeadura foi realizada a contagem final do número de plântulas normais emergidas, sendo os resultados expressos em porcentagem.

Índice de velocidade de emergência (IVE) - obtidos a partir de contagens diárias das plântulas emergidas. As contagens foram realizadas até a obtenção do número constante de plântulas emergidas e os resultados calculados de acordo com Nakagawa (1999).

Comprimento de parte aérea e de raiz (CPA e CR) - determinado a partir de quatro subamostras de 10 plântulas para cada repetição. Para isso, foram semeadas 20 sementes em rolo de papel do tipo "germitest", umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco. Em cada rolo, as sementes foram distribuídas desencontradas em duas linhas retilíneas longitudinais e paralelas, no terço superior do papel. Após, os rolos foram colocados em germinador nas mesmas condições empregadas para o teste de germinação (NAKAGAWA, 1999). A determinação do comprimento das partes da plântulas foi realizada aos cinco dias após a semeadura. O comprimento da parte aérea foi obtido pela média da distância entre a inserção da porção basal da raiz primária ao ápice da parte aérea, enquanto o comprimento da raiz primária foi mensurado pela distância entre a parte apical e o ponto basal da raiz primária. Os resultados foram expressos em centímetros por plântula (cm plântula^{-1}).

Após o término das avaliações, as sementes foram mantidas em câmara fria a 15°C por dois anos, sendo novamente avaliada a qualidade fisiológica a partir dos testes de primeira contagem de germinação, germinação e peso de mil sementes, conforme descrito anteriormente, além da avaliação da expressão isoenzimática, conforme descrito a seguir:

Os padrões isoenzimáticos estudados foram: esterase e fosfatase ácida, sendo utilizadas plântulas da primeira contagem de germinação, e maceradas em gral de porcelana, em cada tratamento, de acordo com metodologia descrita por Scandálíos (1969) e Alfenas (1998).

A interpretação dos resultados foi baseada na análise visual dos géis de eletroforese, levando em consideração a presença ou ausência, bem como a intensidade de cada uma das bandas eletroforéticas e a extração da massa molecular de cada uma pelo programa Gelpro.

O delineamento experimental do armazenamento foi inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os dados de emergência, índice de velocidade de emergência e comprimento de parte aérea e de raiz foram analisados quanto à normalidade e homocedasticidade e, posteriormente, submetidos à análise de variância pelo teste “F”. Sendo significativo, as médias de época de colheita foram comparadas pelo teste Tukey, e período de armazenamento por regressão polinomial, onde a escolha do modelo para cada variável foi baseado na significância dos parâmetros e nos valores do R², todos a 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

A avaliação da melhor época de colheita das sementes de amaranto juntamente com o período de armazenamento possibilita o estabelecimento das condições adequadas para a obtenção e conservação de sementes de alta qualidade.

Os dados obtidos para a determinação da qualidade das sementes através da primeira contagem de germinação (PCG), germinação (G), peso de mil sementes (PMS) e massa seca de plântulas (MSPI) não foram submetidos a nenhum procedimento estatístico, sendo apenas utilizados para a caracterização da qualidade fisiológica média das sementes, independentemente da época de colheita, com intuito de caracterizar as sementes antes de serem submetidas ao armazenamento, permitindo desta forma, o entendimento dos efeitos das diferentes épocas de colheita e períodos de armazenamento sobre o desempenho das sementes de amaranto (Tabela 1).

Tabela 1 – Caracterização da qualidade fisiológica inicial de sementes de amaranto produzidas.

PCG (%)	G (%)	PMS (mg)	MSPI (mg)
98	9	62,57	147,40

Nota: PCG: Primeira Contagem de Germinação; G: Germinação; PMS: Peso de Mil Sementes e MSPI: Massa Seca de Plântulas. Fonte: Autoria própria.

A ANOVA possibilitou observar que os períodos de armazenamento e as épocas de colheita apresentaram interação somente para o índice de velocidade de emergência, o que demonstra que o desempenho das sementes nos períodos de armazenamento apresenta respostas diferenciadas conforme as distintas épocas de colheita, quanto ao potencial de emergência das plântulas de amaranto (Tabela 2). Para as demais variáveis foi observado somente efeito principal dos fatores. Estes são fatores importantes que afetam o rendimento, e também, podem afetar a qualidade fisiológica das sementes (VASCONCELOS et al., 2012) produzidas.

Tabela 2 – Resumo da análise de variância para as variáveis emergência de plântulas (EM), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento de parte aérea (CPA) e comprimento de raiz (CR), relativo aos fatores períodos de armazenamento (PA) e épocas de colheita (EC).

FV	GL	EM	IVE	CPA	CR
PA	3	*	*	*	*
Erro A	12				
EC	2	ns	ns	ns	*
PA x EC	6	ns	*	ns	ns
Erro B	24				
CV 1 (%)		11,6			
CV 2 (%)		13,1			

Nota: FV: Fonte de variação; PA: Período de armazenamento; EC: Época de colheita; CV: Coeficiente de variação; GL: Graus de liberdade; EM: Emergência de plântulas; IVE: Índice de Velocidade de Emergência; CPA: Comprimento da parte aérea; CR: Comprimento da raiz. Fonte: Autoria própria.

Em relação ao índice de velocidade de emergência (IVE), foi possível observar que no tempo zero de armazenamento as sementes colhidas na primeira época apresentaram um índice de velocidade superior às demais épocas de colheita. No entanto, dentro dos demais períodos de armazenamento (30, 60 e 90 dias de armazenamento) não foram observadas diferenças entre as épocas de colheita (Tabela 3).

Tabela 3 – Índice de velocidade de emergência de plântulas de amaranto, obtidas de sementes colhidas em diferentes épocas (C1, C2 e C3) e mantidas por diferentes períodos de armazenamento (DAC = dias após a colheita).

Período de armazenamento (DAC)	IVE		
	C1	C2	C3
0	7,368 a	6,499 b	5,975 b
30	5,406 a	5,409 a	5,396 a
60	4,793 a	5,069 a	4,950 a
90	4,153 a	4,523 a	4,456 a

Nota: PCG: Primeira Contagem de Germinação; G: Germinação; PMS: Peso de Mil Sementes e MSPI: Massa Seca de Plântulas. Fonte: Autoria própria.

O IVE considera que lotes de sementes cujas plântulas emergem mais rápido, são mais vigorosos, havendo relação direta entre velocidade de emergência e vigor das sementes. De acordo com Gustafson et al. (2004), plantas portadoras de superior velocidade de emergência e de maior crescimento inicial, possuem prioridade e levam vantagem na utilização dos recursos do meio. Segundo Salinas et al. (2002), a qualidade das sementes diminui com o transcorrer do tempo e a taxa de deterioração depende das condições ambientais durante o armazenamento e do tempo em que permanecem armazenadas.

As diferentes épocas de colheita das sementes de amaranto e o seu desempenho ao longo do armazenamento sobre o índice de velocidade de emergência, demonstram que as sementes apresentaram baixa capacidade de armazenabilidade. Os dados se enquadraram em um modelo linear decrescente, onde a redução do índice de velocidade de emergência para a colheita C1, C2 e C3 ao final do período testado (90 dias) foi de 3,06; 1,89; 1,53, respectivamente (Figura 1). Com estes resultados, pode-se inferir que a colheita realizada antecipadamente pode causar uma maior redução

no IVE das plântulas de amaranto durante o armazenamento, uma vez que provavelmente estas sementes não tiveram tempo suficiente para o acúmulo adequado de nutrientes de reserva e formação de membranas celulares, assim, apresentando um declínio de vigor e sua capacidade de originar uma nova plântula em menor tempo.

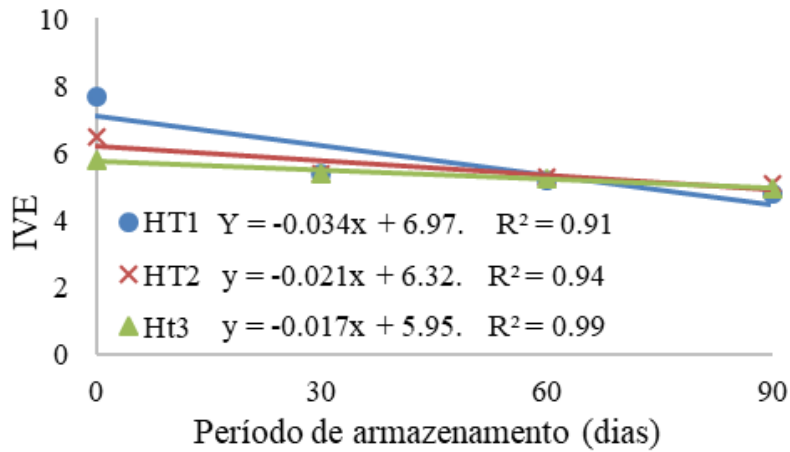
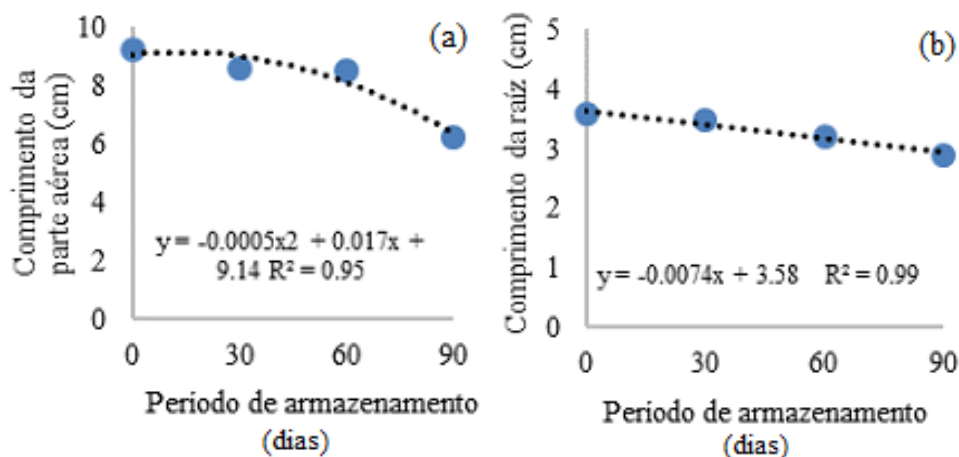


Figura 1 – Índice de velocidade de emergência de plântulas obtidas de sementes de amaranto, colhidas em diferentes épocas e mantidas por diferentes períodos de armazenamento.

Com relação à análise de regressão polinomial dos dados para o comprimento de parte aérea, observa-se que as plântulas apresentaram uma tendência de manutenção do comprimento até 60 dias após ao armazenamento, independentemente da época de colheita, com posterior declínio da capacidade destas sementes gerarem plântulas com parte aérea bem desenvolvida. Já, em relação ao comprimento de raiz, houve uma redução de 0,22 cm a cada 30 dias de armazenamento. Da mesma forma, o período de armazenamento causou redução na porcentagem de plântulas emergidas, sendo que ao final de 90 dias obteve-se redução de 30 pontos percentuais em relação ao tempo zero. Estes resultados evidenciam que os períodos de armazenamento foram mais determinantes para a redução da qualidade do que a época de colheita (Figura 2).



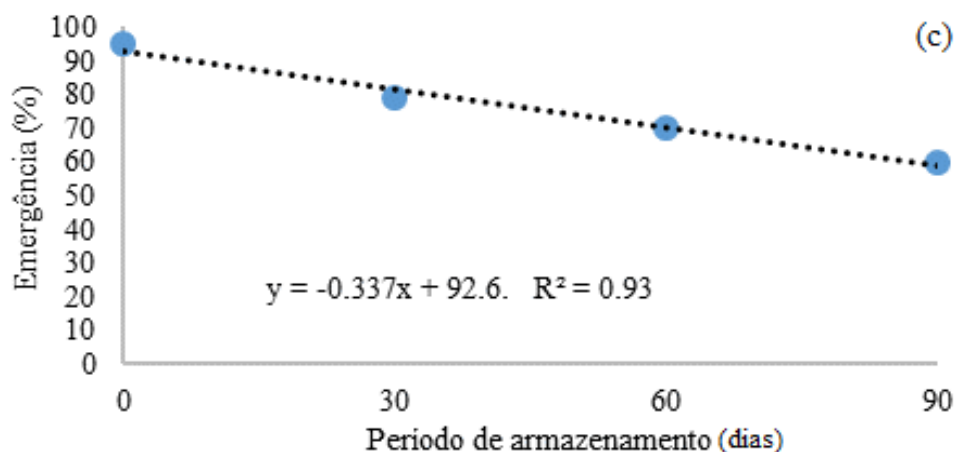


Figura 2 – Comprimento de parte aérea (a) e de raiz (b) e emergência de plântulas de amaranto (c), colhidas em diferentes épocas e mantidas por diferentes períodos de armazenamento.

O vigor consiste num conjunto de processos fisiológicos e bioquímicos determinantes no desempenho das sementes (PESKE et al., 2019). Assim, qualquer fator biótico ou abiótico que afete a eficiência destes processos reflete negativamente no vigor da semente e da plântula. A redução do crescimento pode ainda ser decorrente da diminuição da expansão celular, em condições de estresse (ÁVILA et al., 2007; SILVA et al., 2007). Na comparação de médias para o comprimento de raiz, observou-se que o maior desenvolvimento radicular de plântulas foi obtido das sementes colhidas na primeira época em relação à terceira época por último (C3), independente do período de armazenamento (Tabela 4).

Tabela 4 – Comprimento de raiz de plântulas de amaranto, obtidas de sementes colhidas em diferentes épocas e armazenadas em diferentes períodos.

Época de colheita	Comprimento da raiz (cm)
C1	3,40 a
C2	3,35 ab
C3	3,00 b

Nota: *Médias seguidas por mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Valores representam a média dos períodos de avaliação. Fonte: Autoria própria.

Na tabela 5 observa-se a caracterização da qualidade das sementes transcorridos dois anos de armazenamento. Baseado nestes dados, pôde-se inferir que se armazenadas sob condições controladas de temperatura e umidade as sementes de amaranto preservam a qualidade fisiológica, independente do período de colheita.

Tabela 5 – Caracterização da qualidade fisiológica de sementes de amaranto, após dois anos de armazenamento, avaliadas pelos testes de primeira contagem de germinação (PCG), germinação (G) e peso de mil sementes (PMS).

PCG (%)	G (%)	Peso de mil sementes (mg)
98	100	57,44

Fonte: Autoria própria.

Além da caracterização da qualidade inicial, foi realizada a análise do padrão eletroforético das enzimas esterase (EST) e fosfatase ácida (FAC) para cada época de colheita após dois anos de armazenamento. Estas isoenzimas são importantes marcadores moleculares para avaliação da

qualidade das sementes. A esterase é uma enzima responsável pelo metabolismo de lipídios de membrana celular durante a germinação da semente. Diante disso, ao analisar o sistema eletroforético da esterase, obtiveram-se vários alelos da isoenzima e a mesma apresentou variação na intensidade de expressão entre as épocas de colheita, sendo constatado menor expressão das bandas na primeira (C1) e maior última (C3) colheita (Figura 3a), o que refletiu na maior massa molecular dos alelos da última em relação à primeira época de colheita (Figura 3b).

Diferenças na expressão da EST podem refletir em alterações na qualidade de sementes. Santos et al. (2004) verificaram que no caso de sementes de tomate um aumento na sua atividade pode significar redução de qualidade. No entanto, ao observar a caracterização da qualidade após dois anos de armazenamento não foi observado decréscimo de qualidade avaliada pela primeira contagem de germinação e germinação e peso de mil de sementes. A esterase é uma enzima envolvida em reações de hidrólise de ésteres, estando diretamente ligada ao metabolismo de lipídios e ao processo degenerativo de membranas (AUMONDE et al., 2013). Desta forma, as esterases podem ser usadas como marcadores no processo de deterioração das sementes (VIEIRA et al., 2006).

No que tange à enzima fosfatase ácida (FAC), obteve-se aumento dos alelos da primeira para a terceira época de colheita (Figura 3c), contudo não foram observadas acentuadas diferenças na massa molecular entre as três colheitas nas sementes armazenadas por dois anos (Figura 3d). A fosfatase ácida está envolvida na manutenção do fosfato celular, e é capaz de clivar ésteres de fosfato, transformando o fosfato da forma orgânica para a forma inorgânica (CAMARGO et al., 2000). Devido esta isoenzima participar na hidrólise de ésteres e atuar no sistema de membranas (AUMONDE et al., 2013), as épocas de colheita não afetaram a sua intensidade.

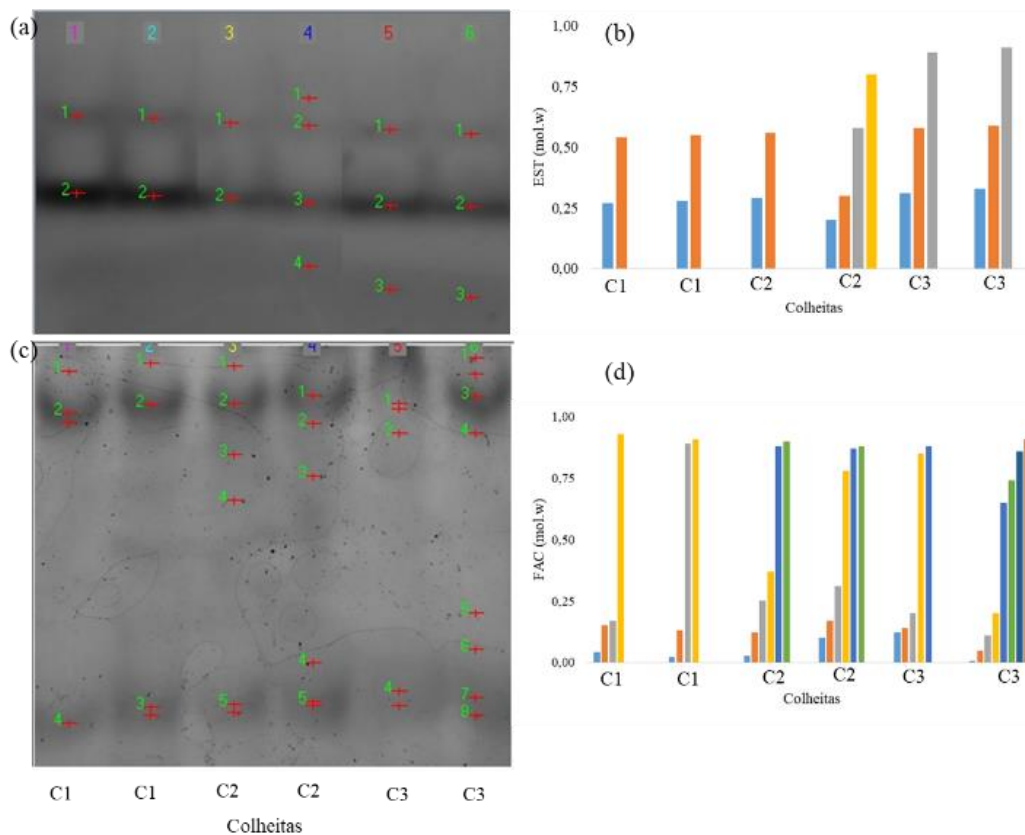


Figura 3 – Padrões eletroforéticos das enzimas esterase, (bandas (a) e massa molecular (b)) e fosfatase ácida, (bandas (c) e massa molecular (d)) de plântulas obtidas de sementes de amaranto, após dois anos de armazenamento.

Conclusão

A colheita de amaranto realizada na primeira época, quando a palhada da inflorescência estava seca, resultou em sementes com melhor qualidade fisiológica, contribuindo para um maior crescimento radicular. Ao longo do período de armazenamento as sementes apresentaram redução de algumas variáveis da qualidade fisiológica, de forma mais expressiva a partir dos 60 dias. As sementes de amaranto apresentam redução de qualidade fisiológica durante o armazenamento em câmara fria, independentemente da época de colheita.

Conflitos de interesse

Não houve conflito de interesses dos autores deste artigo.

Contribuição dos autores

Elisa de Souza Lemes – Avaliações Laboratoriais e redação do artigo científico; André de Oliveira Mendonça – Avaliações laboratoriais e redação do artigo científico; Tiago Zanatta Aumonde – Planejamento do experimento e revisão final; Mateus Schneider Bruinsma – Avaliações laboratoriais e tabulação de dados; Geri Eduardo Meneghello – Avaliações estatísticas, correções e revisão final; Tiago Pedó – Preparo da área, condução de experimento e revisão final; Francisco Amaral Villela – Planejamento do experimento e revisão final.

Referências bibliográficas

- ALFENAS, A. C. **Eletroforese de isoenzimas e proteínas afins: fundamentos e aplicações em plantas e microrganismos**. Editora Universidade Federal de Viçosa, Viçosa: MG, 1998, 574p.
- ALMEIDA, A. da S.; TILLMANN, M. Â. A.; VILLELA, F. A.; PINHO, M. da S. Bioativador no desempenho fisiológico de sementes de cenoura. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 3, p. 87-95, 2009. <https://www.scielo.br/j/rbs/a/KKTwVxVJSWDYQybfBh7P3s/abstract/?lang=pt>
- AUMONDE, T. Z.; PEDÓ, T.; MARTINAZZO, E. G.; BORELLA, J.; VILLELA, F. A. Expressão isoenzimática de sementes e plântulas de arroz-vermelho sob ação do extrato de duas espécies Araceae. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 56, n. 3, p. 283-286, 2013. <https://btcc.ufra.edu.br/index.php/ajaes/article/view/794>
- ÁVILA, M. R.; BRACCINI, A. de L.; SCAPIM, C. A. Seedling length test under water stress on the evaluation of the physiological potential of corn seeds. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 2, p. 117-124, 2007. <https://www.scielo.br/j/rbs/a/dLJBssDPzLzhtFf9LDz6P3R/abstract/?lang=en>
- BORGES, C. T.; COSTA, C. J.; SOARES, V. N.; CASTELLANOS, C. I. S.; NADAL, A. P.; MENEGHHELLO, G. E. **Qualidade fisiológica de sementes de quinoa submetidas a diferentes condições de armazenamento**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 273, 2017. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1084476>
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Defesa Vegetal. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 2009, 395p.
- CAMARGO, M. L. P.; MORI, E. S.; MELLO, E. J. de; ODA, S.; LIMA, G. P. Atividade enzimática em plântulas de *Eucalyptus grandis* provenientes de sementes envelhecidas artificialmente e

- naturalmente. **Ciência Florestal**, v. 10, n. 2, p. 113-122, 2000. <https://www.scielo.br/j/cflo/a/Wkym8cpVtQvCR7KwKZrkG6s/abstract/?lang=pt&format=html>
- CQFS-RS/SC. Comissão de Química e Fertilidade do Solo RS/SC. **Manual de adubação e de calagem para o Estado do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre, SBCS/Núcleo Regional Sul, UFRGS, 2004, 400p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2ª ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPQ, 1997, 212p.
- GUSTAFSON, D. J.; GIBSON, D. J.; NICKRENT, D. L. Competitive relationships of *Andropogon gerardii* (Big Bluestem) from remnant and restored native populations and select cultivated varieties. **Functional Ecology**, v. 18, n. 3, p. 451-457, 2004. <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.0269-8463.2004.00850.x>
- KOLCHINSKI, E. M.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T. Vigor de sementes e competição intra-específica em soja. **Ciência Rural**, v. 35, n. 6, p. 1248-1256, 2005. <https://www.scielo.br/j/cr/a/MhVDQDFRztNrrXtSLnnWZLm/?lang=pt>
- MONTEIRO, M. A.; MARTINS, A. B. N.; COSTA, C. J.; AUMONDE, T. Z.; VILLELA, F. A.; PEDÓ, T.; Crescimento inicial de plantas de *Amaranthus cruentus* L. cv. BRS alegria submetidas ao alagamento do solo. **Revista Cultivando o Saber**, v. 9, n. 4, p. 124-131, 2016. <https://cultivandosaber.fag.edu.br/index.php/cultivando/article/view/745>
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas. In: KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, cap. 2, p. 1-24, 1999.
- PANDA, S. K.; KHAN, M. H. Growth, oxidative damage and antioxidant responses in greengram (*Vigna radiata* L.) under short-term salinity stress and its recovery. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v. 195, n. 6, p. 442-454, 2009. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1439-037X.2009.00371.x>
- PESKE, S.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. 4ª ed. Pelotas: UFPel, 2019, 579p.
- SALINAS, A. R.; YOLDJIAN, A. M.; DIETRICH, M. L.; CRAVIOTTO, R. M.; BISARO, V. Comportamiento de glicinina, beta-conglicinina y alfa-amilasa en semillas de soja deterioradas y no deterioradas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 8, p. 1175-1181, 2002. <https://www.scielo.br/j/pab/a/JfkTDsJTgYgbMLLKDphDzfC/abstract/?lang=en>
- SCANDALIOS, J. G. Genetic control of multiple molecular forms of enzymes in plants: a review. **Biochemical Genetics**, v. 3, n. 1, p. 37-79, 1969. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00485973>
- SILVA, R. N. da; LOPES, N. F.; MORAES, D. M. de; PEREIRA, A. L. de A.; DUARTE, G. L. Physiological quality of barley seeds submitted to saline stress. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 1, p. 40-44, 2007. <https://www.scielo.br/j/rbs/a/vj64FfVBzJdWpPwWzfwDMpM/abstract/?lang=en>
- SPEHAR, C. R.; TEIXEIRA, D. L.; CABEZAS, W. A. R. L.; ERASMO, E. A. L. Amarantho BRS Alegria: alternativa para diversificar os sistemas de produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 5, p. 659-663, 2003. <https://www.scielo.br/j/pab/a/VvLvcSYMrBPJQk7N7GPqMRj/?lang=pt>
- VASCONCELOS, F. S.; VASCONCELOS, E. S. de; BALAN, M. G.; SILVÉRIO, L. Desenvolvimento e produtividade de quinoa semeada em diferentes datas no período safrinha. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 43, n. 3, p. 510-515, 2012. <https://www.scielo.br/j/rca/a/rdKfpmK9M6VPXf8qnx6nym/?lang=pt>
- VEIGA, A. D.; VON PINHO, E. V. de R.; VEIGA, A. D.; PEREIRA, P. H. de A. R.; OLIVEIRA, K. C. de; VON PINHO, R. G. Influência do potássio e da calagem na composição química, qualidade fisiológica e na

atividade enzimática de sementes de soja. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 4, p. 953-960, 2010.
<https://www.scielo.br/j/cagro/a/sFQDS3sDZwFDSFnhYSZxjsH/abstract/?lang=pt>

VIEIRA, M. das G. G. C.; VON PINHO, E. V. de R.; SALGADO, K. C. P. de C. Técnicas moleculares em sementes. **Informe Agropecuário**, v. 27, n. 232, p. 88-96, 2006.

Recebido em 16 de março de 2022

Retornado para ajustes em 24 de maio de 2022

Recebido com ajustes em 8 de agosto de 2022

Aceito em 10 de agosto de 2022