

**Qualidade Fisiológica de Sementes
de Quinoa Submetidas a Diferentes
Condições de Armazenamento**



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Clima Temperado
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 273

Qualidade Fisiológica de Sementes de Quinoa Submetidas a Diferentes Condições de Armazenamento

Carolina Terra Borges
Caroline Jácome Costa
Vanessa Nogueira Soares
Cesar Ivan Suarez Castellanos
Ariele Paula Nadal
Geri Eduardo Meneghello

Embrapa Clima Temperado
Pelotas, RS
2017

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Clima Temperado

Endereço: BR 392, Km 78

Caixa postal 403, CEP 96010-971 - Pelotas/RS

Fone: (53) 3275-8100

www.embrapa.br/clima-temperado

www.embrapa.br/fale-conosco/sac/

Comitê de Publicações da Embrapa Clima Temperado

Presidente: *Ana Cristina Richter Krolow*

Vice-Presidente: *Enio Egon Sosinski Junior*

Secretária: *Bárbara Chevallier Cosenza*

Membros: *Ana Luiza Barragana Viegas, Fernando Jackson, Marilaine Schaun Pelufê, Sonia Desimon*

Revisão de texto: *Bárbara C. Cosenza*

Normalização bibliográfica: *Marilaine Schaun Pelufê*

Editoração eletrônica: *Nathália Coelho (estagiária)*

Foto de capa: *Carolina Terra Borges*

1ª edição

Obra digitalizada (2017)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Clima Temperado

-
- Q1 Qualidade fisiológica de sementes de quinoa submetidas a diferentes condições de armazenamento / Carolina Terra Borges... [et al.]. - Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2017. 27 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Clima Temperado, ISSN 1678-2518 ; 273)

1. Quinoa. 2. Pseudocereal. 3. Semente.
I. Borges, Carolina Terra. II. Série.

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução	9
Material e Métodos	11
Resultados e Discussão	14
Conclusões	24
Referências	25

Qualidade Fisiológica de Sementes de Quinoa Submetidas a Diferentes Condições de Armazenamento

Carolina Terra Borges¹, Caroline Jácome Costa², Vanessa Nogueira Soares³, Cesar Ivan Suarez Castellanos⁴, Ariele Paula Nada⁵, Geri Eduardo Meneghello⁶

Resumo

Existem demandas crescentes do setor produtivo para o cultivo da quinoa, atraído pelos benefícios à saúde, valor de mercado e potencial da espécie. Porém, poucas pesquisas têm sido direcionadas à espécie. Estudos relacionados aos métodos de armazenamento dessas sementes são praticamente inexistentes, sobretudo para as condições do sul do Rio Grande do Sul. Desta forma, o objetivo desse estudo foi avaliar o potencial de armazenamento de sementes de quinoa em diferentes condições e tipos de embalagens. O estudo foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes, do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da Universidade Federal de Pelotas. Utilizaram-se sementes de quinoa, cultivar BRS Piabiru, produzidas no ano de 2014 na área experimental da

¹Engenheira-agrônoma, mestre em Ciência e Tecnologia de Sementes, doutoranda do PPG em Ciência e Tecnologia de Sementes, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.

²Engenheira-agrônoma, doutora em Ciência e Tecnologia de Sementes, pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

³Engenheira-agrônoma, doutora em Ciência e Tecnologia de Sementes, bolsista PVE do PPG em Ciência e Tecnologia de Sementes, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.

⁴Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência e Tecnologia de Sementes, Pelotas, RS.

⁵Acadêmica do curso de Agronomia, bolsista Fapergs da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.

⁶Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência e Tecnologia de Sementes, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.

Embrapa Clima Temperado, em Pelotas, RS. As sementes foram secas, limpas e armazenadas em dois tipos de embalagens (permeável e impermeável) e submetidas a condições de ambiente não controlado, câmara fria e refrigerador, por até 180 dias, constituindo-se assim dois experimentos, um para cada embalagem utilizada. A cada 45 dias foram realizados testes de germinação, envelhecimento acelerado, emergência de plântulas a campo e determinação do teor de água das sementes armazenadas. Sementes de quinoa apresentam maior estabilidade da umidade quando embaladas em garrafas tipo pet e, até 180 dias de armazenamento, conseguem manter elevada qualidade fisiológica, principalmente quando mantidas sob baixas temperaturas.

Termos para indexação: *Chenopodium quinoa*, germinação, vigor

Physiological Quality of Quinoa Seeds Submitted to Different Storage Conditions

There are increasing demands of the productive sector for the cultivation of quinoa, attracted by the benefits, market value and potential of the species. However, few researches have aimed at this species. Studies related to the storage methods of quinoa seeds are practically nonexistent, especially for the southern conditions of Rio Grande do Sul State (Brazil). Hence, the objective of this study was to evaluate the storage potential of quinoa seeds under different conditions and types of packages. The study was conducted at the Laboratory of Seed Analysis of the Postgraduate Program on Seed Science and Technology, from Universidade Federal de Pelotas. Quinoa seeds, cultivar BRS Piabiru, were produced in the year 2014 in the experimental area of Embrapa Temperate Agriculture, in Pelotas-RS. The seeds were dried, cleaned and stored in two types of packages (permeable and impermeable) and submitted to conditions of uncontrolled environment, cold room and refrigerator, for up to 180 days, thus constituting two experiments, one for each packaging type. Tests of germination, accelerated aging, emergence of field seedlings and determination of the water content of the stored seeds were carried out every 45 days. Quinoa seeds exhibit higher moisture stability when packed in pet bottles and, up to 180 days of storage, can maintain high physiological quality, especially when kept at low temperatures.

8 Qualidade Fisiológica de Sementes de Quinoa Submetidas a Diferentes Condições de Armazenamento

Index terms: Chenopodium quinoa, germination, vigor

Introdução

Na maturidade fisiológica, a semente atinge sua máxima qualidade, máximo acúmulo de matéria seca e, a partir desse ponto, inicia-se a deterioração, que pode ser retardada ou mantida, dependendo das condições de colheita, secagem e armazenamento (HARRINGTON, 1972). A longevidade de uma semente é definida pelo período de tempo que a mesma pode permanecer viva tendo a capacidade de germinar (TOLEDO; MARCOS FILHO, 1977). O tempo efetivo de vida de uma semente, dentro de seu período de longevidade, depende das características genéticas da planta, vigor da semente, condições climáticas durante o período de maturação e armazenamento (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

A qualidade de sementes determina sua produção e garante estandes uniformes, aumentando as chances de sucesso da cultura (FRANÇA-NETO et al., 2014). Essa qualidade é avaliada por duas características principais: germinação e vigor (POPINIGIS, 1985). A germinação envolve os processos iniciais, tais como: embebição da semente e reativação do metabolismo, rompimento do tegumento, emissão da raiz e, por fim, crescimento da plântula. O vigor compreende um conjunto de características que determinam o potencial fisiológico das sementes, sofrendo influências das condições ambientais e do manejo durante as etapas de pré e pós-colheita (VIEIRA; CARVALHO, 1994).

Dentre as diferentes etapas pelas quais as sementes passam após a colheita, o armazenamento é considerado etapa fundamental para a manutenção da qualidade fisiológica da semente, preservando seu vigor e viabilidade no período entre a colheita e a semeadura (AZEVEDO et al., 2003). Informações sobre o comportamento das sementes diante das prováveis condições climáticas que ocorrem durante o armazenamento podem auxiliar na tomada de decisão sobre as condições ideais do armazenamento do produto (SMANIOTTO et al., 2014).

O processo de deterioração das sementes é inevitável e, em algumas espécies, a conservação de sementes em longo prazo apresenta maiores dificuldades, fazendo com que a qualidade fisiológica e a composição química sejam alteradas durante o período de armazenamento. Sendo assim, as condições adequadas para conservação do armazenamento até o momento de sua utilização são fundamentais no processo de manutenção da qualidade das sementes (CARDOSO et al., 2012; PASCUALI; PESKE, 2015).

Os fatores que mais afetam a qualidade durante o armazenamento são a temperatura e o teor de água da semente (SMANIOTTO et al., 2014). A umidade relativa do ar está relacionada com o teor de água das sementes e influencia sua qualidade fisiológica. Já a temperatura altera a velocidade dos processos bioquímicos, interferindo no teor de água das sementes e, conseqüentemente, no seu metabolismo (CARVALHO; NAKAGAWA, 1983).

Além do controle da temperatura e umidade relativa do ar durante o armazenamento, a manutenção da qualidade fisiológica da semente sofre interferência do tipo de embalagem utilizada (FERREIRA; BORGHETTI, 2004). O uso de embalagens adequadas auxilia na conservação da qualidade das sementes, propiciando, ou não, trocas de umidade com a atmosfera. A escolha do tipo de embalagem mais adequada depende do período de armazenamento, da espécie e do teor de água das sementes (MARCOS FILHO, 2005).

As sementes de quinoa são classificadas como ortodoxas (ELLIS et al., 1990), podendo perder água até atingirem baixos teores de umidade, sem perder sua viabilidade. Entretanto, inexpressiva atenção tem sido dirigida às sementes de quinoa, e pesquisas direcionadas a estudar métodos de armazenamento dessas sementes são praticamente inexistentes, sobretudo para as condições do Rio Grande do Sul. No Brasil, o cultivo da quinoa ainda carece de muitas informações relacionadas à produção de sementes e tecnologias

pós-colheita. Apesar disso, há demandas do setor produtivo, atraído pelos benefícios, valor de mercado e potencial da espécie. Assim, há necessidade de esforços por parte da pesquisa no sentido de atender à demanda do setor produtivo pela geração e disponibilização de informações que possibilitem o seu cultivo. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o potencial de armazenamento de sementes de quinoa em diferentes condições e tipos de embalagens.

Material e Metodos

O estudo foi conduzido no Laboratório Didático de Análise de Sementes, do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da Universidade Federal de Pelotas. Utilizaram-se sementes de quinoa da cultivar BRS Piabiru produzidas no ano de 2014 na área experimental da Embrapa Clima Temperado, na região de Pelotas-RS. Após a colheita, as panículas foram submetidas à secagem artificial em estufa com circulação forçada de ar e temperatura de 35 °C, até atingirem aproximadamente 12% de umidade. Imediatamente após a secagem, as sementes foram limpas e armazenadas em dois tipos de embalagens (permeável e impermeável), em três condições de ambiente por até 180 dias, constituindo-se assim dois experimentos, um para cada embalagem utilizada.

Para as embalagens permeáveis, empregaram-se sacos de papel vedados com fita adesiva, e, para as impermeáveis, garrafas do tipo pet (Poli [Tereftalato de Etileno]), com capacidade de 250 mL, completamente preenchidas com algodão puro, embaladas em papel alumínio, fechadas com tampa e seladas com parafina líquida (Figura 1).

Foto: Carolina Terra Borges.



Figura 1. Sementes de quinoa armazenadas em embalagens tipo pet.

As condições de armazenamento foram as seguintes: a) ambiente não controlado (sala escura sob condições de umidade e temperatura não controladas); b) câmara fria (16 °C e 60% umidade relativa do ar); c) refrigerador (8 °C e 20% umidade relativa do ar).

As sementes foram analisadas a cada 45 dias, incluindo o tempo zero, até 180 dias, sendo submetidas aos testes de germinação, envelhecimento acelerado, emergência de plântulas a campo, e determinando-se seu teor de água.

No teste de germinação, foram semeadas quatro subamostras de 50 sementes em caixas plásticas (11 cm x 11 cm x 3 cm) sobre duas folhas de papel filtro umedecido com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco. Após a semeadura, as caixas contendo as sementes foram tampadas e acondicionadas em câmara de germinação do tipo BOD (*Biological Oxygen Demand*), regulada a 20 °C, por cinco dias. Os resultados foram expressos em percentagem de plântulas normais.

Para o teste de envelhecimento acelerado, as sementes de quinoa foram dispostas em telas metálicas sobre caixas plásticas

transparentes (11 cm x 11 cm x 3 cm) contendo, no fundo, 40 mL de solução salina não saturada (11 g de NaCl diluídos em 100 mL de água) e tampadas, adaptando-se metodologia proposta por Jianhua e McDonald (1997). As caixas contendo as sementes permaneceram em BOD regulada a 41 °C por 48 horas, sendo as sementes submetidas ao teste de germinação após esse período e avaliadas aos três dias após a instalação do teste. O resultado foi expresso em porcentagem de plântulas normais.

O teste de emergência de plântulas a campo foi realizado utilizando quatro subamostras de 100 sementes, semeadas em canteiros de 5,0 m x 1,2 m x 0,9 m e preenchido com solo coletado do horizonte A1 de um Planossolo Háplico eutrófico solódico. A semeadura foi equidistante e na profundidade de 0,02 m. Aos 14 dias após a semeadura, foi contabilizado o número de plântulas emergidas e os resultados foram expressos em porcentagem.

O teor de água das sementes de quinoa foi determinado pelo método de estufa a 105 ± 3 °C, por 24 horas, conforme descrito nas regras para análise de sementes (BRASIL, 2009).

O estudo foi realizado em dois experimentos de forma simultânea, um para cada tipo de embalagem empregada. Cada experimento foi conduzido sob desenho inteiramente casualizado, com esquema fatorial 3 x 5 (três condições e cinco períodos de armazenamento) e quatro repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e, quando observadas diferenças estatísticas entre os fatores, foram realizadas comparações de médias pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) para o fator condição de armazenamento, e regressões polinomiais ($p < 0,05$) para o fator períodos de armazenamento. Nos casos em que se observaram interações entre os fatores, realizaram-se os desdobramentos correspondentes. A análise estatística foi realizada usando o software R (R CORETEAM, 2014).

Resultados e Discussão

Pela análise de variância, observou-se que as três variáveis da qualidade fisiológica das sementes de quinoa analisadas, germinação, envelhecimento acelerado e emergência, mostraram resposta à interação entre os fatores condição de armazenamento (ambiente não controlado, câmara fria e refrigerador) e períodos de armazenamento, em ambos experimentos (embalagem em garrafa tipo pet e embalagem em sacos de papel).

A seguir, os resultados obtidos em cada experimento serão apresentados e discutidos separadamente.

Embalagem impermeável (garrafas tipo pet)

Na Figura 2, estão apresentados os resultados do teor de água das sementes de quinoa embaladas em garrafa tipo pet, ao longo do período de armazenamento. Como podemos observar, sementes armazenadas em refrigerador apresentaram maior redução no seu teor de água, comparativamente às sementes armazenadas em ambiente não controlado e na câmara fria. Devido ao fato de a semente ser higroscópica, ou seja, ter a capacidade de ajustar a sua umidade de acordo com a umidade relativa do ar do ambiente, justifica-se o comportamento da umidade das sementes nas três diferentes condições de armazenamento. No refrigerador e na câmara fria, a umidade relativa manteve-se em torno de 20% a 60%, fazendo com que as sementes tenham entrado em equilíbrio higroscópico com teores de água mais baixos. Outro fator que influencia o equilíbrio higroscópico é a temperatura; por esse motivo, as sementes armazenadas em temperaturas mais baixas atingiram seu equilíbrio higroscópico com teores de água mais baixos. Em contrapartida, as sementes armazenadas em ambiente não controlado apresentaram ligeiro aumento da umidade ao longo do período de armazenamento pois, provavelmente, nesse ambiente, a umidade relativa do ar foi

mais elevada, aumentando assim a umidade das sementes. Além disso, esse fato evidencia que as garrafas tipo pet, empregadas para o armazenamento das sementes de quinoa, não foram totalmente impermeáveis. Resultados semelhantes relacionados à permeabilidade das garrafas tipo pet foram encontrados por Zonta et al. (2014), trabalhando com armazenamento de sementes de pinhão-manso.

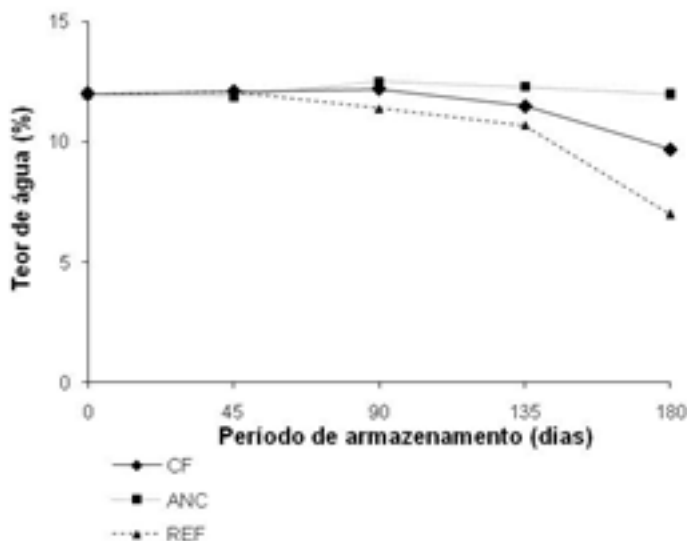


Figura 2. Teor de água das sementes de quinoa, cultivar BRS Piabiru, embaladas em garrafas tipo pet e submetidas a armazenamento em câmara fria (CF), ambiente não controlado (ANC) e refrigerador (REF) durante 180 dias.

Na Tabela 1 e na Figura 3, são apresentados os resultados dos testes de germinação, envelhecimento acelerado e emergência de plântulas das sementes embaladas em garrafas tipo pet.

Quanto à germinação das sementes, após 45 dias de armazenamento, as sementes mantidas no refrigerador apresentaram germinação

estatisticamente superior em relação às sementes armazenadas nos outros dois ambientes, sendo que o ambiente não controlado resultou na menor porcentagem de germinação. Aos 90 dias de armazenamento, as sementes armazenadas no refrigerador e no ambiente não controlado apresentaram respectiva germinação estatisticamente similar e superior ao observado nas sementes mantidas na câmara fria. Após 135 dias de armazenamento, o ambiente não controlado resultou na maior porcentagem de germinação das sementes, em comparação aos demais ambientes de armazenamento. Finalmente, após 180 dias de armazenamento, as sementes mantidas na câmara fria e no refrigerador apresentaram respectiva germinação similar e significativamente superior ao observado nas sementes armazenadas em ambiente não controlado.

Por outro lado, ao se observar o comportamento da germinação das sementes em cada um dos ambientes ao longo do período de armazenamento (Figura 3A), evidenciou-se que o comportamento das sementes mantidas no refrigerador ajustou-se a um modelo quadrático negativo, atingindo porcentagem máxima de germinação de 95% aos 35 dias de armazenamento. Já nos outros dois ambientes testados, a germinação das sementes não se ajustou a nenhum modelo matemático testado.

De modo geral, podemos afirmar que as sementes de quinoa, quando embaladas em garrafas tipo pet, não apresentaram decréscimo acentuado na germinação num período de 180 dias. Também, quando as sementes foram armazenadas em refrigerador, o decréscimo na germinação foi uniforme e menos acentuado, quando comparado com as sementes mantidas na câmara fria e em ambiente não controlado. Para Carvalho e Nakagawa (2000), as melhores condições para a manutenção da qualidade da semente são aquelas de baixa umidade relativa do ar e temperatura, pelo fato de manterem o embrião em sua mais baixa atividade metabólica.

Tabela 1. Resultados dos testes de germinação (G), envelhecimento acelerado (EA) e emergência de plântulas em campo (EC), provenientes de sementes de quinoa, cultivar BRS Piabiru, embaladas em garrafas tipo pet e submetidas a armazenamento em câmara fria (CF), ambiente não controlado (ANC) e refrigerador (REF) por 180 dias. Para cada variável, médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Período de armazenamento (dias)	G (%)			EA (%)			EC (%)		
	Condição de armazenamento								
	CF	ANC	REF	CF	ANC	REF	CF	ANC	REF
0	95 a	95 a	95 a	85 a	85 a	85 a	95 a	95 a	95 a
45	90 b	87 c	94 a	86 a	82 b	85 ab	86 ab	80 b	89 a
90	92 b	93 a	94 a	86 b	87 b	96 a	96 a	91 a	93 a
135	94 b	96 a	94 b	90 a	70 b	87 a	91 a	89 a	91 a
180	91 a	87 b	91 a	82 a	86 a	75 b	87 a	73 b	90 a
CV (%)	0.91			2.85			3.73		

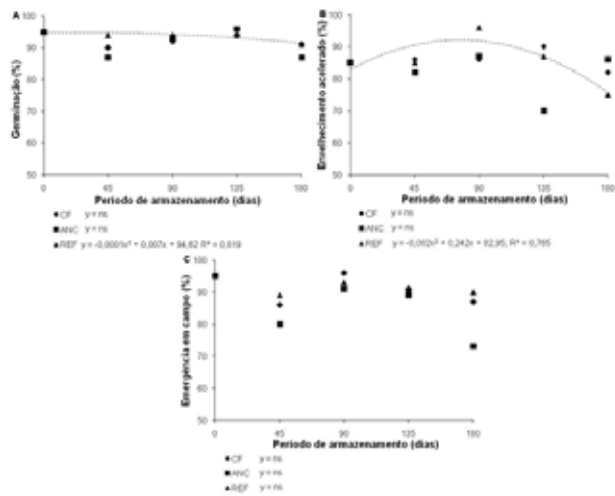


Figura 3. Desempenho de sementes de quinoa, cultivar BRS Piabiru, embaladas em garrafas tipo pet e submetidas a armazenamento em câmara fria (CF), ambiente não controlado (ANC) e refrigerador (REF) por 180 dias, nos testes de germinação (A), envelhecimento acelerado (B) e emergência de plântulas em campo (C).

O resultado do teste de envelhecimento acelerado das sementes de quinoa é apresentado na Tabela 1 e na Figura 3B. Observou-se que no período de 45 dias, o armazenamento na câmara fria resultou em desempenho superior das sementes. Após 90 dias de armazenamento, as sementes mantidas no refrigerador apresentaram desempenho estatisticamente superior ao das sementes armazenadas nos demais ambientes. Aos 135 dias, o armazenamento em ambiente não controlado resultou no pior desempenho das sementes, relativamente aos demais ambientes. Já no período de 180 dias de armazenamento, o armazenamento das sementes em refrigerador resultou em desempenho significativamente inferior, relativamente aos outros dois ambientes avaliados (Tabela 2).

Ao se analisar o desempenho das sementes armazenadas ao longo do período de armazenamento pelo teste de envelhecimento acelerado, e levando-se em consideração os diferentes ambientes avaliados, observou-se o mesmo comportamento da porcentagem de germinação, em que a resposta observada nos ambientes não controlado e na câmara fria não se ajustou a nenhum modelo matemático testado. Enquanto isso, no refrigerador, o desempenho das sementes no teste de envelhecimento acelerado ajustou-se a um modelo quadrático negativo, atingindo porcentagem máxima de sementes germinadas de 91% aos 60 dias de armazenamento. Resultados semelhantes foram encontrados por Souza et al. (2016) que, ao trabalharem com sementes de quinoa, verificaram que essas sementes, quando armazenadas sob baixas temperaturas e em garrafas tipo pet, apresentaram pequeno decréscimo do vigor durante o período de armazenamento estudado. Tais resultados também foram similares aos obtidos por Santos e Paula (2007), que verificaram que as sementes de branquinho (*Sebastiania commersoniana*), acondicionadas em embalagem impermeável e semipermeável, em câmara fria, mantiveram sua qualidade fisiológica por 18 meses.

Na Tabela 1 e na Figura 3C, são apresentados os resultados da emergência de plântulas provenientes de sementes de quinoa armazenadas em diferentes embalagens e condições. Observou-se que, após 45 dias de armazenamento, as sementes mantidas no refrigerador resultaram na maior emergência de plântulas. Após 90 e 135 dias de armazenamento, não foram observadas diferenças na emergência de plântulas obtidas das sementes armazenadas nos três ambientes. Após 180 dias de armazenamento, as sementes mantidas na câmara fria e no refrigerador resultaram na maior emergência de plântulas em campo (Tabela 2). Dessa forma, pode-se afirmar que o armazenamento das sementes de quinoa por 180 dias nos ambientes em que predominaram baixas temperaturas (câmara fria e refrigerador) resultou em emergência de plântulas superior, comparativamente ao armazenamento das sementes em ambiente não controlado. Ambientes de armazenamento com baixas temperaturas reduzem a velocidade das reações químicas, conseqüentemente, a respiração, beneficiando a conservação das sementes (MARCOS FILHO, 2005). Por fim, observando-se o comportamento da emergência de plântulas oriundas das sementes armazenadas em cada um dos ambientes ao longo do tempo (Figura 3C), verificou-se que nenhum modelo matemático testado se ajustou aos valores obtidos para essa variável.

Embalagem permeável (sacos de papel)

Na Figura 4, estão apresentados os resultados do teor de água das sementes de quinoa embaladas em sacos de papel. Podemos observar que, para todas as condições de armazenamento estudadas, a umidade das sementes variou ao longo do tempo, não seguindo comportamento uniforme. Essa variação da umidade está relacionada com a embalagem utilizada, pois embalagens de papel são consideradas permeáveis, permitindo trocas de umidade entre as sementes e o ambiente. O tempo necessário para que a umidade das sementes entre em equilíbrio com a umidade relativa do ambiente

depende da espécie e, principalmente, da temperatura. Quanto maior a temperatura, mais rápido será atingido o equilíbrio higroscópico (TOLEDO; MARCOS FILHO, 1977)

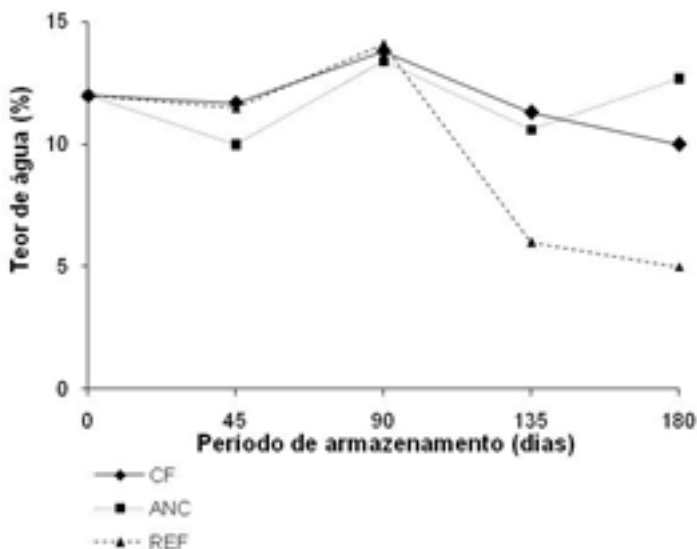


Figura 4. Teor de água de sementes de quinoa, cultivar BRS Piabiru, embaladas em sacos de papel e submetidas a armazenamento em câmara fria (CF), ambiente não controlado (ANC) e refrigerador (REF) durante 180 dias.

Na Tabela 2 e na Figura 5, são apresentados os resultados da qualidade fisiológica das sementes de quinoa embaladas em sacos de papel. Referente à porcentagem de germinação, observou-se que após 45 e 90 dias, o armazenamento das sementes na câmara fria resultou em desempenho significativamente inferior ao observado nos demais ambientes. Aos 135 dias, apenas foram observadas diferenças entre o desempenho das sementes armazenadas em ambiente não controlado e no refrigerador, sendo superior nas sementes mantidas em ambiente não controlado. Após 180 dias, o armazenamento das sementes na câmara fria resultou em menor porcentagem de

germinação, relativamente aos outros dois ambientes avaliados (Tabela 2).

Por outro lado, o comportamento da germinação das sementes, considerando-se o ambiente e o período de armazenamento, não se ajustou a nenhum modelo matemático testado (Figura 5A).

Com referência ao teste de envelhecimento acelerado, observou-se que após 45 dias, o armazenamento em câmara fria resultou em desempenho superior das sementes, seguido pelo armazenamento em refrigerador. Após 90 dias, o armazenamento em câmara fria resultou em desempenho inferior das sementes, comparativamente aos demais ambientes. Porém aos 135 dias, o armazenamento das sementes em refrigerador foi aquele que mostrou o melhor desempenho das sementes em relação ao armazenamento nos demais ambientes. Já após 180 dias, o armazenamento das sementes em ambiente não controlado resultou em desempenho estatisticamente superior aos demais tratamentos (Tabela 2).

Analisando-se o comportamento das sementes armazenadas submetidas ao teste de envelhecimento acelerado ao longo do tempo, e considerando-se o ambiente de armazenamento, observou-se que, para as sementes mantidas no refrigerador, os resultados do teste de envelhecimento acelerado ajustaram-se a um modelo quadrático negativo, atingindo porcentagem máxima de sementes germinadas de 91% após 78 dias de armazenamento. Para os outros dois ambientes, não foi possível se ajustar nenhum modelo matemático testado (Figura 5B).

Finalmente, a porcentagem de plântulas emergidas em campo foi estatisticamente superior para as sementes armazenadas em câmara fria, após 45 dias. Nos períodos de 90 e 135 dias, não houve diferença na emergência de plântulas provenientes das sementes armazenadas nos três diferentes ambientes. Já no período de 180 dias, as sementes

armazenadas no ambiente não controlado resultaram na menor emergência de plântulas (Tabela 2).

Em contrapartida, ao se analisar o comportamento da emergência de plântulas a campo ao longo do período de armazenamento, e levando-se em consideração os três ambientes testados, observou-se que essa variável teve comportamento similar à porcentagem de germinação, em que nenhum modelo matemático testado se ajustou aos dados observados neste experimento (Figura 5C).

Tabela 2. Resultados dos testes de germinação (G), envelhecimento acelerado (EA) e emergência de plântulas em campo (EC) de sementes de quinoa, cultivar BRS Piabiru, embaladas em sacos de papel e submetidas a armazenamento em câmara fria (CF), ambiente não controlado (ANC) e refrigerador (REF), por 180 dias. Para cada variável, médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Período de armazenamento (dias)	G (%)			EA (%)			EC (%)		
	Condição de armazenamento								
	CF	ANC	REF	CF	ANC	REF	CF	ANC	REF
0	95 a	95 a	95 a	85 a	85 a	85 a	95 a	95 a	95 a
45	87 b	91 a	90 a	88 a	80 b	84 ab	89 a	82 b	80 b
90	92 b	97 a	96 a	82 b	92 a	94 a	97 a	96 a	96 a
135	95 ab	96 a	93 b	65 b	61 b	88 a	95 a	94 a	92 a
180	88 b	90 ab	90 a	75 b	90 a	75 b	83 a	75 b	87 a
CV (%)	1.38	3.26	3.67						

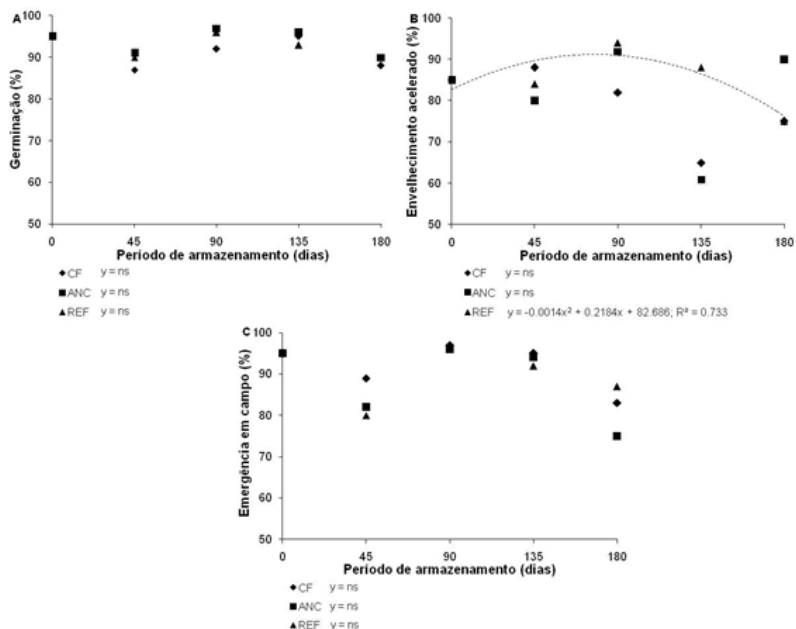


Figura 5. Desempenho de sementes de quinoa, cultivar BRS Piabiru, embaladas em sacos de papel e submetidas a armazenamento em câmara fria (CF), ambiente não controlado (ANC) e refrigerador (REF), por 180 dias, nos testes de germinação (A), envelhecimento acelerado (B) e emergência de plântulas em campo (C).

Ao se analisar conjuntamente os resultados dos testes de germinação, envelhecimento acelerado e emergência de sementes de quinoa embaladas em papel nos diferentes ambientes, podemos observar que houve desuniformidade na germinação e vigor ao longo do tempo. Esse fato pode ter ocorrido devido à permeabilidade da embalagem, que resultou em variações acentuadas no teor de água das sementes, conforme pode ser observado na Figura 4. Sementes embaladas em papel e armazenadas em ambientes com variações constantes de umidade estão expostas a flutuações no seu teor de água (SOUZA et al., 2016).

Mesmo inexistindo uma tendência clara dos resultados obtidos, pode-se observar que, de modo geral, as sementes mantiveram sua qualidade fisiológica ao longo do período de armazenamento estudado. Para as sementes mantidas no refrigerador, os resultados foram satisfatórios, de acordo com os testes de germinação e emergência de plântulas.

Desse modo, pode-se afirmar que sementes de quinoa, quando armazenadas em embalagens tipo garrafas pet apresentam maior estabilidade no teor de água, comparativamente às sementes armazenadas em embalagens de papel. As embalagens para o acondicionamento das sementes assumem papel importante na manutenção do vigor e viabilidade durante o armazenamento (MEDEIROS; ZANON, 2000). Para Carvalho e Nakagawa (2000), a escolha da embalagem deve levar em conta as condições climáticas sob as quais as sementes serão armazenadas. Oliveira et al. (2012) estudaram o armazenamento de sementes de araquá (*Psidium cattleianum*) acondicionadas em embalagens permeável, semipermeável e impermeável, em diferentes ambientes, e concluíram que o armazenamento das sementes em embalagem impermeável no ambiente natural de laboratório ou câmara seca, bem como o acondicionamento em embalagem semipermeável em câmara fria, foram adequados para a conservação das sementes no período avaliado.

Conclusões

Sementes de quinoa apresentam maior estabilidade da umidade quando embaladas em garrafas tipo pet e, até 180 dias de armazenamento, conseguem manter elevada qualidade fisiológica, principalmente quando mantidas sob baixas temperaturas.

Referências

AZEVEDO, M. R. Q. A.; GOUVEIA, J. P. G.; TROVÃO, D. M. M. Influência das embalagens e condições de armazenamento no vigor de sementes de gergelim. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 3, p. 519-524, 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009. 399 p.

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

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência tecnologia e produção**. 4. ed. Campinas: Fundação Cargill, 2000. 588 p.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Campinas: Fundação Cargill, 1983. 429 p.

ELLIS, R. H.; HONG, T. D.; ROBERTS, E. H. An intermediate category of seed storage behaviour? I. Coffee. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 41, n. 230, p. 1167-1174, 1990.

FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação**: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323 p.

FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A.; LORINI, I.; HENNING, F. A. A relação de alto vigor e a produtividade. **A Granja**, São Paulo, v. 70, n. 789, p. 34-37, 2014.

HARRINGTON, J. F. Seed storage and longevity. In: KOZLOWSKI, T. T. (Ed.). **Seed Biology**. New York: Academic Press, 1972. v. 3, p. 145-245.

JIANHUA, Z.; MCDONALD, M. B. The saturated salt accelerated aging test for small seeded crops. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 25, p. 123-131, 1997.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 2005. 495 p.

MEDEIROS, A. C. S.; ZANON, A. Armazenamento de sementes de sapuva (*Machaerium stipitatum*). **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 40, p. 57-66, 2000.

OLIVEIRA, C.; SILVA, B. M. S.; SADER, S. R.; MÔRO, F. V. Armazenamento de sementes de carolina em diferentes temperaturas e embalagens. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 1, p. 68-74, 2012.

PASCUALI, L. C.; PESKE, S. T. Potencial de armazenamento de sementes de soja. **Seed News**, Pelotas, v. 19, p. 12-15, 2015.

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

R CORETEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2014.

SANTOS, S. R. G.; PAULA, R. C. Qualidade fisiológica de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith & Downs. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 74, p. 87-94, 2007.

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

SOUZA, J. E. A. **Germinação de sementes de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)**. 2016. 38 f. Trabalho de conclusão de curso (Agronomia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

TOLEDO, F. F.; MARCOS FILHO, J. **Manual de sementes: tecnologia da produção**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1977. 224 p.

VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 164 p.

ZONTA J. B.; ARAUJO, E. F.; ARAUJO, R. F.; ZONTA, J. H.; DIAS, L. A. dos S.; RIBEIRO, P. H. Armazenamento de sementes de pinhão manso em diferentes embalagens e ambientes. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 5, p. 599-608, 2014.



Clima Temperado

MINISTÉRIO DA
**AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO**

