

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**COMPOSIÇÃO QUÍMICA E QUALIDADE DE
SEMENTES DE VARIEDADES CRIOULAS
DE MILHO NO ARMAZENAMENTO**

TESE DE DOUTORADO

Raquel Stefanello

Santa Maria, RS, Brasil

2014

COMPOSIÇÃO QUÍMICA E QUALIDADE DE SEMENTES DE VARIEDADES CRIOULAS DE MILHO NO ARMAZENAMENTO

Raquel Stefanello

Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito para obtenção do grau de
Doutor em Agronomia

Orientadora: Dr^a Marlove Fátima Brião Muniz

Santa Maria, RS, Brasil

2014

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Agronomia**

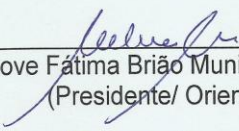
A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Tese de Doutorado

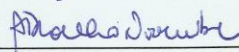
**COMPOSIÇÃO QUÍMICA E QUALIDADE DE SEMENTES DE
VARIEDADES CRIOULAS DE MILHO NO ARMAZENAMENTO**

elaborada por
Raquel Stefanello

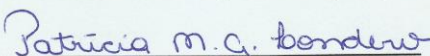
como requisito para obtenção do grau de
Doutor em Agronomia

COMISSÃO EXAMINADORA:


Marlove Fátima Brião Muniz, Dr^a. (UFSM)
(Presidente/ Orientador)


Ana Dionisia da Luz Coelho Novembre, Dr^a. (USP/ESALQ)


Nadia Canali Lângaro, Dr^a. (UPF)


Patrícia Medianeira Grigoletto Londero, Dr^a. (UFSM)


Ubirajara Russi Nunes, Dr. (UFSM)

Santa Maria, 15 de janeiro de 2014.

AGRADECIMENTOS

A Deus, presença constante, pela vida, sempre guiando e iluminando meus passos.

A meu esposo Wagner pelo amor, incentivo e exemplo de persistência e determinação.

Aos meus pais Nelci e Anesia pelo estímulo, ensinamentos e exemplos de respeito, honestidade, trabalho e fé.

Aos meus irmãos Moisés, Suzana e Catarina pelo carinho e alegria sempre presentes e pelas palavras de incentivo e coragem.

À Universidade Federal de Santa Maria e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia pela oportunidade de realização do curso.

À Universidade Federal da Fronteira Sul.

À professora Marlove Fátima Brião Muniz pela compreensão, oportunidade e orientação.

Ao professor Ubirajara pela co-orientação, estímulo e transmissão de conhecimentos.

À professora Patrícia por incansavelmente acreditar que seria possível.

Às colegas Cláudia, Jamila e Lana pelo auxílio em todos os momentos.

A todas as pessoas que não foram mencionadas, mas que de uma forma ou de outra, contribuíram para que este trabalho se concretizasse.

Às pessoas que não acreditavam. Obrigada, foi o maior dos estímulos que recebi.

RESUMO

Tese de Doutorado
Programa de Pós-Graduação em Agronomia
Universidade Federal de Santa Maria

COMPOSIÇÃO QUÍMICA E QUALIDADE DE SEMENTES DE VARIEDADES CRIOULAS DE MILHO NO ARMAZENAMENTO

AUTORA: RAQUEL STEFANELLO

ORIENTADORA: MARLOVE FÁTIMA BRIÃO MUNIZ

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 15 de janeiro de 2014

A preservação das sementes de variedades crioulas de milho representa, além de um resgate cultural, a garantia de biodiversidade. Além disso, a conservação da variabilidade genética destas variedades visa à sustentabilidade da atividade produtiva de agricultores familiares. Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo caracterizar diferentes variedades crioulas de milho em relação à qualidade de sementes, bem como determinar a composição química e sua relação com a qualidade fisiológica durante o armazenamento. Foram realizados os testes de germinação, primeira contagem de germinação, teste de frio, envelhecimento acelerado, sanidade e análise da composição química. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com os tratamentos arranjos em fatorial 2x4 (condição x período de armazenamento). Através dos resultados foi possível concluir que nos lotes das variedades *Oito carreiras*, *Cabo roxo* e *Lombo baio* a qualidade fisiológica das sementes diminuiu com o período de armazenamento. Os principais fungos encontrados nas sementes de milho, durante os nove meses de armazenamento, foram os dos gêneros *Aspergillus*, *Fusarium* e *Penicillium* que provocaram deterioração e redução da qualidade fisiológica. O teor de proteínas, lipídios e ácidos graxos saturados reduziu com o armazenamento e a composição química das sementes não variou com a condição de armazenamento.

Palavras-chave: *Zea mays* L. Germinação. Sanidade. Composição Química. Armazenamento.

ABSTRACT

Doctoral Thesis

Agronomy Post-Graduation Program

Federal University of Santa Maria

CHEMICAL COMPOSITION AND SEEDS QUALITY OF LANDRACE MAIZE VARIETIES ON STORAGE

AUTHOR : RAQUEL STEFANELLO

ADVISOR : MARLOVE FATIMA BRIÃO MUNIZ

Date and Place of Defense: Santa Maria, January 15th, 2014

Preserving landrace maize seeds variety has a cultural and biodiversity relevance. Besides, genetic variability conservation of landrace maize seeds has a purpose on sustainability of the familiar growers activity. Thereby the aim of this study was to characterize different landrace maize seeds concerning about seeds quality, to determine chemical composition as well and the relationship between physiology quality and chemical composition on storage. The analyses included germination percentage, first count germination, cold test accelerated aging test, sanity and chemical composition. The entirely randomized experimental design and a factorial 2x4 (condition x storage periods) were used for these tests. As a conclusion the varieties *Oito Carreiras*, *Cabo Roxo* and *Lombo Baio* had decreased on the physiology quality during the storage. The seeds behavior during the storage was different depending on variety and packaging used. The main fungus found out on maize seeds during nine months of storage were *Aspergillus*, *Fusarium* and *Penicillium* genders that caused deterioration and reduction of physiological quality. The content of protein, lipid and fatty saturated acids with reduced storage and chemical composition of the seeds did not vary with the storage condition.

Keywords: *Zea mays* L. Germination . Sanity. Chemical Composition. Storage.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Anatomia da semente de milho. 20

Capítulo 1

- Figura 1 - Percentagem de plântulas normais de sementes de milho, submetidas ao teste de envelhecimento acelerado a 45°C em diferentes períodos. 43
- Figura 2 - Percentagem de proteínas e lipídios em sementes de milho. 46
- Figura 3 - Teores (%) de fibra alimentar total, fibra solúvel e fibra insolúvel de milho 50
- Figura 4 - Percentagem inicial de carboidratos não fibrosos em sementes de milho 50

Capítulo 2

- Figura 1 - Umidade e temperatura média para a cidade de Santa Maria (RS) no período de junho/2012 a maio/2013. 64
- Figura 2 - Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho, variedade *Oito carreiras*, submetidas a diferentes períodos e condições de armazenamento (C₁: saco de papel, temperatura de 10°C e C₂: embalagem plástica, temperatura ambiente). 70
- Figura 3 - Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho, variedade *Cabo roxo*, submetidas a diferentes períodos e condições de armazenamento (C₁: saco de papel, temperatura de 10°C e C₂: embalagem plástica, temperatura ambiente). 72
- Figura 4 - Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho, variedade *Lombo baio*, submetidas a diferentes períodos e condições de armazenamento (C₁: saco de papel, temperatura de 10°C e C₂: embalagem plástica, temperatura ambiente). 73
- Figura 5 - Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho (S-395), submetidas a diferentes períodos e condições de armazenamento (C₁: saco de papel, temperatura de 10°C e C₂: embalagem plástica, temperatura ambiente). 74
- Figura 6 - Incidência de fungos em sementes de milho, variedade *Oito carreiras*, submetidas a diferentes períodos e condições de armazenamento (C₁: saco de papel, temperatura de 10°C e C₂: embalagem plástica, temperatura ambiente). 79

Figura 7 - Incidência de fungos em sementes de milho, variedade <i>Lombo baio</i> , submetidas a diferentes períodos e condições de armazenamento (C ₁ : saco de papel, temperatura de 10°C e C ₂ : embalagem plástica, temperatura ambiente).	80
Figura 8 - Incidência de fungos em sementes de milho S-395, submetidas a diferentes períodos e condições de armazenamento (C ₁ : saco de papel, temperatura de 10°C e C ₂ : embalagem plástica, temperatura ambiente).	82

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1

Tabela 1 – Percentagem de plântulas normais no teste de primeira contagem de germinação em diferentes dias.	38
Tabela 2 – Valores médios observados nos testes de teor de água (TA), Primeira Contagem de Germinação (PC), Germinação (G), Emergência de plântulas (EP), Velocidade de Emergência (VE), Massa de mil sementes (MM), Condutividade Elétrica (CE), Comprimento Total de Plântulas (CP) e Massa Seca (MS) em sementes de milho.	39
Tabela 3 – Incidência de fungos (%) em sementes de milho, submetidas ao teste de sanidade em papel filtro.	41
Tabela 4 – Percentagem de plântulas normais oriundas de sementes de milho, submetidas ao teste de frio em diferentes temperaturas.	42
Tabela 5 – Percentagem de matéria seca e cinzas em sementes de milho.	45
Tabela 6 - Percentagem de ácidos graxos em sementes de milho.	48

Capítulo 2

Tabela 1 – Teor de água (%) das sementes de milho em diferentes períodos e condições de armazenamento.	69
Tabela 2 - Equações de regressão observadas na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho, variedade <i>Oito carreiras</i> , submetidas a diferentes períodos e condições de armazenamento.	70
Tabela 3 - Equações de regressão observadas na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho, variedade <i>Cabo roxo</i> , submetidas a diferentes períodos e condições de armazenamento.	71
Tabela 4 - Equações de regressão observadas na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho, variedade <i>Lombo baio</i> , submetidas a diferentes períodos e condições de armazenamento.	73
Tabela 5 - Equações de regressão observadas na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho S-395, submetidas a diferentes períodos e condições de armazenamento.	75
Tabela 6 - Equações de regressão observadas na avaliação da sanidade de sementes de milho, variedade <i>Oito carreiras</i> , submetidas a diferentes períodos e condições de armazenamento.	79
Tabela 7 - Equações de regressão observadas na avaliação da sanidade de sementes de milho <i>Lombo baio</i> , submetidas a diferentes períodos e condições de armazenamento.	81

Tabela 8 - Equações de regressão observadas na avaliação da sanidade de sementes de milho S-395 submetidas a diferentes períodos e condições de armazenamento.	82
Tabela 9 - Incidência de fungos (%) em sementes de milho, variedade <i>Cabo roxo</i> , submetidas a diferentes períodos e condições de armazenamento.	83
Tabela 10 – Composição química de sementes de variedades crioulas de milho submetidas a diferentes períodos (0 e 9 meses) e condições de armazenamento.	86
Tabela 11 - Composição química de sementes de milho avaliadas em diferentes períodos (0 e 9 meses) e condições de armazenamento.	87
Tabela 12 – Matriz de correlação de Pearson entre germinação e sanidade em sementes de milho.	92
Tabela 13 – Matriz de correlação de Pearson entre germinação e composição química em sementes de milho.	93
Tabela 14 – Matriz de correlação de Pearson entre sanidade e composição química em sementes de milho.	96

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL.....	12
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
2.1. Sementes de variedades crioulas de milho	14
2.2. Qualidade fisiológica de sementes	16
2.3. Qualidade sanitária de sementes.....	18
2.4. Composição química de sementes	20
2.5. Armazenamento de sementes	23
2.6. Deterioração de sementes x composição química.....	25
3. OBJETIVO GERAL.....	27
CAPÍTULO 1 – Caracterização física, fisiológica, sanitária e química de sementes de variedades crioulas de milho.....	28
Introdução.....	28
Material e métodos	31
Resultados e discussão	38
Conclusões.....	52
Referências bibliográficas.....	53
CAPÍTULO 2 – Qualidade fisiológica, sanitária e composição química de sementes de variedades crioulas de milho armazenadas em diferentes condições.....	60
Introdução.....	36
Material e métodos	63
Resultados e discussão	68
Conclusões.....	98
Referências bibliográficas.....	99
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	106
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	109

1. INTRODUÇÃO GERAL

Atualmente, os pesquisadores em sementes estão preocupados em conduzir estudos que forneçam informações sobre a qualidade física, fisiológica e sanitária das sementes, especialmente no que diz respeito à padronização, agilização, aperfeiçoamento e estabelecimento de métodos de análise.

À medida que se busca o estabelecimento de padrões de sementes devem ser observados os fatores que afetam a qualidade das mesmas (físicos, genéticos, sanitários e fisiológicos), a fim de que as sementes distribuídas aos agricultores constituam-se em um produto de alta qualidade e de desempenho satisfatório nos campos de produção. Assim, a utilização de sementes de qualidade comprovada constitui-se em um fator preponderante para o estabelecimento das lavouras, possibilitando maiores produções.

O armazenamento, que tem por objetivo principal conservar as sementes de espécies de valor econômico, preservando a qualidade física, fisiológica e sanitária, para posterior semeadura no ano seguinte, deve ser realizado em local apropriado, seco, seguro, passível de aeração e de fácil combate a roedores, insetos e micro-organismos (PARRELLA, 2011; PIMENTEL et al., 2011; QUEIROZ et al., 2009).

Os problemas de armazenamento estão entre os mais comuns que entram o desenvolvimento dos programas de sementes nos países menos desenvolvidos (AZEVEDO et al., 2003). Desta forma, para assegurar a manutenção da qualidade das sementes durante seu armazenamento e, assim, evitar que todo o esforço despendido na produção das sementes tenha sido em vão, é fundamental considerar que: a qualidade da semente não é melhorada pelo armazenamento; o teor de umidade da semente e a temperatura são os fatores mais importantes que afetam o potencial de armazenamento das sementes; as condições frias e secas são as melhores para o armazenamento de sementes; os lotes contendo sementes danificadas, imaturas e deterioradas não se armazenam tão bem como aqueles contendo sementes maduras, não danificadas e vigorosas; a longevidade da semente é uma característica inerente de cada espécie, entre outros fatores (BAUDET, 2012).

As determinações da umidade e temperatura das sementes, composição química, presença e ataque de pragas, teor de micotoxinas e germinação das

sementes constituem importantes parâmetros no controle da conservabilidade durante o armazenamento (ELIAS et al., 2002).

Apesar do aumento considerável de conhecimentos relativos à análise de sementes, muitas espécies de variedades crioulas ainda carecem de informações básicas referentes às condições ideais para avaliação da germinação e do vigor. Estas variedades apresentam grande variabilidade genética e são merecedoras de estudos, não apenas quanto à composição química, como, também, quanto à avaliação da qualidade fisiológica e sanitária de suas sementes.

As sementes de variedades locais ou crioulas são consideradas como componentes da agrobiodiversidade, por constituírem inestimável valor para as populações tradicionais. Atualmente, muitos agricultores ainda utilizam variedades crioulas de milho, sendo uma importante forma de conservação desses materiais, de grande variabilidade genética, sendo importante para estratégias de conservação da agrobiodiversidade, assim como para o melhoramento genético da espécie (CATÃO et al., 2010).

Nos últimos anos, tem-se dado atenção especial às comunidades agrícolas tradicionais não só como mantenedoras da diversidade biológica natural, em função de suas práticas agrícolas de baixo impacto, mas também como guardiãs da variabilidade e biodiversidade das plantas cultivadas e do conhecimento associado a toda essa riqueza. De acordo com Bermejo e León (1992), as variedades locais são aquelas que possuem a maior parte da variabilidade vegetal dentre as plantas cultivadas e, assim como tantos outros recursos naturais, o que se perde não se recupera mais.

Em relação à composição química das sementes, entende-se que ela é determinada fundamentalmente por fatores genéticos, e varia entre as diferentes espécies e entre cultivares de uma mesma espécie (BAUDET, 2012). A composição química das sementes apresenta a mesma variação qualitativa de componentes encontrada em outros órgãos da planta. Observa-se, porém, variações quantitativas acentuadas em relação aos principais constituintes das plantas; por exemplo, as sementes possuem teores mais elevados de proteínas e de lipídios. As sementes de gramíneas são particularmente ricas em carboidratos, enquanto as fabáceas (leguminosas) exibem variações no teor de óleo e de carboidratos mas, geralmente, apresentam teores elevados de proteínas (MARCOS FILHO, 2005).

A composição química da semente de milho varia de acordo com o tipo de semente, de solo, da adubação e com as condições climáticas (MCKEVITH, 2004). Cada fração da semente (pericarpo, endosperma e embrião) pode ter sua composição química alterada seja na organização do material genético, na qualidade e por fatores ambientais os quais as sementes estão expostas incluindo a colheita, o manuseio, o beneficiamento, a secagem e o armazenamento.

A qualidade das sementes na produção agrícola é um dos principais fatores a serem considerados na implantação da cultura do milho, havendo consenso sobre a importância de estudos relacionados à germinação, ao vigor e à necessidade de avaliá-las não só em relação à qualidade fisiológica e sanitária, bem como, em relação a sua composição química.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Sementes de variedades crioulas de milho

O milho (*Zea mays*, L.) é um dos principais cereais cultivados no mundo todo. O “milho crioulo” é aquele que teve seu melhoramento genético limitado a intervenções manuais, sendo cultivado por comunidades tradicionais, distintas geograficamente ou ecologicamente, diversas em sua composição genética, bem como adaptadas à condição agro-climática local (CAMPOS, 2006; OGLIARI et al., 2007; TRINDADE, 2006).

As variedades crioulas de milho, mesmo sendo menos produtivas que as cultivares comerciais, apresentam grande variabilidade genética e são adaptadas à região onde ocorrem (ARAÚJO; NASS, 2002; NASS; PATERNIANI, 2000). Assim, aparecem como uma alternativa viável para sistemas de cultivos sob baixo nível de investimento tecnológico e de capacidade financeira (SANDRI; TOFANELLI, 2008).

Este material é tradicionalmente cultivado pelas comunidades rurais, principalmente em pequenas propriedades vinculadas à agricultura familiar e, atualmente, vêm passando por movimentos de resgate das práticas agrícolas, aliadas ao baixo custo de produção, via exploração da rusticidade dos materiais genéticos. Sua utilização é importante, também, no sentido de preservar a sua

variabilidade genética nas condições naturais de cultivo (SANDRI; TOFANELLI, 2008).

De acordo com Trindade (2006), as sementes de variedades crioulas são as que melhor se adaptam à região onde ocorrem, uma vez que elas se aperfeiçoaram por meio de um processo de seleção natural, onde os indivíduos mais vigorosos permanecem. Pode-se somar a esta constatação o fato de que, com a utilização das sementes de variedades crioulas, o agricultor de comunidades tradicionais pode armazenar sementes de uma safra para outra reduzindo a dependência de insumos externos.

A utilização de sementes de variedades crioulas consiste em uma alternativa para a sustentabilidade dos pequenos agricultores, pois o melhoramento destas pode ser feito em campo pelos próprios produtores que, na maioria das vezes, detêm grande conhecimento destes materiais (ABREU et al., 2007).

Como a produção de milho é parte fundamental da matriz produtiva brasileira, se torna extremamente importante a busca de alternativas como a produção de diferentes variedades crioulas de milho. Assim, o resgate de variedades crioulas representa a possibilidade real de ampliação da base genética nos cultivos, bem como a conquista de autonomia pelos agricultores quanto a esse insumo básico (PADOVAN et al., 2007).

Na literatura, são encontrados diversos estudos com sementes de variedades crioulas de milho relacionados à: qualidade fisiológica (ANTONELLO et al., 2009; BRAND et al., 2007; BRANDÃO et al., 2009; CATÃO et al., 2010; 2013; COSTA et al., 2013; NOAL, 2013; ROLIM et al., 2012); qualidade sanitária (ANTONELLO et al., 2007; CATÃO et al., 2010; 2013; NOAL, 2013); composição química (CÂMARA, 2005; PINTO et al., 2009); além da caracterização e importância cultural destas sementes (ARAÚJO; NASS, 2002; BARROS, 2008; BEVILAQUA et al., 2007; CAMPOS, 2006; MENEGUETTI; GIRARDI; REGINATTO, 2002; MIRANDA et al., 2007; OGLIARI et al., 2007; OLIVEIRA, 2009; PELWING; FRANK; ZIEMBOWICZ, 2007; SANDRI; TOFANELLI, 2008; VIELMO, 2004; TEIXEIRA et al., 2005; TRINDADE, 2006), entre outros.

Além disso, encontram-se estudos relacionados à qualidade fisiológica de sementes em outras culturas como melão crioulo, fava, abóbora, ervilha, melancia (DELWING; FRANKE; BARROS, 2007; SOARES et al., 2010), além da

caracterização morfo-agronômica e composição química em sementes de feijão crioulo (ANTUNES et al., 2007; COELHO et al., 2010; PEREIRA et al., 2011; ZILIO et al., 2011).

2.2. Qualidade fisiológica de sementes

A qualidade da semente é definida por atributos físicos, genéticos, sanitários e fisiológicos que afetam a capacidade de originar plantas altamente produtivas (PESKE; BARROS, 2012; POPINIGIS, 1985).

A qualidade fisiológica da semente pode ser avaliada através da viabilidade e do vigor. A viabilidade é avaliada pelo teste de germinação, realizado em condições favoráveis de laboratório, que fornece informações referentes às plântulas normais de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009b). No entanto, este teste não oferece informações confiáveis para determinar a qualidade de um lote para semeadura, uma vez que no campo as sementes podem estar sujeitas a situações adversas (temperatura inadequada, excesso ou déficit hídrico, ataque de micro-organismos), de modo que a percentagem de emergência das plântulas é, geralmente, menor que a obtida no teste de germinação. Assim, para complementar o teste de germinação, podem ser utilizados os testes de vigor, os quais fornecem informações referentes ao potencial fisiológico das sementes, estimando o provável desempenho destas quando postas para germinar e emergir (KRZYZANOWSKI; FRANÇA NETO, 2001).

Existem vários testes de vigor, dentre estes, encontram-se os testes físicos (tamanho, massa unitária, densidade, coloração), os fisiológicos (primeira contagem de germinação, velocidade de germinação, comprimento e emergência de plântulas), os bioquímicos (condutividade elétrica, lixiviação de potássio, tetrazólio), de resistência a estresses (envelhecimento acelerado, teste de frio, deterioração controlada), entre outros, cada um mais adequado a um tipo de semente, condição e objetivo pretendido (KRZYZANOWSKI; VIEIRA; FRANÇA NETO, 1999; MARCOS FILHO; NOVEMBRE, 2009).

Desta forma, a utilização de mais de um teste é importante para informar sobre a qualidade fisiológica das sementes, visto que esses avaliam diferentes características das sementes (fisiológicas, bioquímicas e de resistência). Além disso,

os testes que avaliam o vigor das sementes são utilizados, principalmente, para fornecer um índice mais sensível da qualidade da semente que o teste de germinação e indicam uma separação consistente de lotes de sementes com alta germinação referente ao seu potencial de desempenho (PESKE; BARROS, 2012).

Um dos testes mais utilizados para a avaliação do vigor é o de envelhecimento acelerado (MARCOS FILHO, 1999). O teste baseia-se no fato de que a deterioração das sementes aumenta através de sua exposição a diferentes níveis de temperatura e umidade relativa, considerados os fatores ambientais que influenciam na intensidade e velocidade de deterioração. Assim, as amostras que apresentam maior queda de sua viabilidade, quando submetidas a essa situação são as que possuem menor vigor; portanto, as sementes mais vigorosas geralmente apresentam germinação mais elevada, após serem submetidas ao envelhecimento e são menos afetadas em sua capacidade de produzir plântulas normais. Conseqüentemente, o teste de envelhecimento acelerado pode ser considerado como um dos mais sensíveis para a avaliação do vigor, dentre os disponíveis (MARCOS FILHO, 1999; MARCOS FILHO; NOVEMBRE, 2009).

Embora não exista ainda consenso entre os pesquisadores quanto às condições mais adequadas de temperatura e período de exposição para a realização do teste de envelhecimento acelerado em sementes de milho, várias proposições são apresentadas na literatura: 42°C/72h (DIAS; BARROS, 1995; SANTOS et al., 2002), 42°C/96h (CATÃO et al., 2010; MARCOS FILHO, 1999; MONDO, 2009; PERES, 2010), 43°C/72h (AOSA, 2002), 45°C/72h (BITTENCOURT et al., 2012; BITTENCOURT; VIEIRA, 2006; DUTRA; VIEIRA, 2004; FESSEL et al., 2003; WOLTZ; TEKRONY, 2001) e 45°C/96h (TEKRONY, 1993). Esta diversidade de informações dificulta não só a obtenção de resultados consistentes e padronizados, como também, a comparação de resultados e a escolha do melhor procedimento a ser utilizado.

Outro teste de vigor bastante utilizado é o teste de frio que, inicialmente, foi desenvolvido para avaliar o vigor de sementes de milho e, posteriormente, adaptado para outras espécies, procurando-se simular condições desfavoráveis que ocorrem durante a época de semeadura (baixas temperaturas e excesso de água no solo). Este teste consiste na exposição das sementes à combinação de baixa temperatura, alto grau de umidade do substrato e, se possível, agentes patogênicos (MARCOS

FILHO; NOVENBRE, 2009). Nessas condições, a chance de sobrevivência das sementes vigorosas são maiores, uma vez que a combinação de baixas temperaturas e alta umidade pode provocar a redução da velocidade de germinação, além de favorecer o desenvolvimento de micro-organismos prejudiciais (BARROS et al., 1999).

As condições adversas impostas pelos testes de frio e de envelhecimento acelerado (baixa ou alta temperatura) permitem estimar o desempenho de lotes de sementes sob faixa mais ampla de condições ambientais, fornecendo, assim, informações mais seguras para a seleção dos melhores lotes (WOLTZ; TEKRONY, 2001).

Dessa forma, as informações fornecidas pelos testes de envelhecimento acelerado e de frio são extremamente importantes para o gerenciamento da produção nos programas de controle de qualidade de sementes de milho (CASEIRO; MARCOS FILHO, 2002; SOUZA et al., 2009).

Diante do exposto acima, a seleção dos testes de vigor a serem utilizados deve atender a objetivos específicos, sendo importante a identificação das características avaliadas pelo teste e sua relação com o comportamento das sementes diante de situações adversas.

2.3. Qualidade sanitária de sementes

A maior parte da produção brasileira de sementes é proveniente de pequenos e médios produtores. Nesse segmento produtivo há deficiência na conservação das sementes em relação à qualidade sanitária. A importância de conhecer a situação sanitária das sementes está no fato de que, aproximadamente, 90% das culturas utilizadas para a alimentação (tanto humana como animal) são propagadas por sementes e o transporte de patógenos e a transmissão de doenças são verificados em praticamente todas as espécies multiplicadas sexualmente, sendo vários desses patógenos prejudiciais à germinação (HENNING, 2005; MARCOS FILHO, 2005).

As sementes podem abrigar e transportar micro-organismos, causadores ou não de doenças. Do ponto de vista ecológico, esses agentes podem ser divididos em

organismos de campo, onde estão incluídas as espécies fitopatogênicas e organismos de armazenamento, com um número reduzido de espécies que deterioram as sementes nesta fase (BRASIL, 2009a).

Os patógenos associados às sementes incluem vírus, bactérias, nematóides e fungos, sendo estes últimos os mais frequentes. Esses micro-organismos podem ser transportados aderidos à superfície das sementes, no seu interior ou em fragmentos vegetais (NOVEMBRE, 2001). De acordo com Peske e Barros (2012), as sementes utilizadas para reprodução devem ser livres de patógenos, uma vez que sementes infectadas podem não apresentar viabilidade ou serem de baixo vigor.

Geralmente, o processo de infecção pelos fungos nas sementes começa ainda no campo, principalmente durante a fase de maturação fisiológica e prossegue nas etapas seguintes de colheita, secagem, transporte, processamento e armazenamento (FREITAS, 2009), demandando monitoramento constante. Além disso, a má qualidade fitossanitária das sementes está diretamente relacionada a práticas agrícolas inadequadas, incluindo colheita tardia, utilização de sementes de má qualidade, permanência de restos de cultura no solo e falhas no controle de doenças e pragas (SILVA, 2007).

Visando a obtenção de sementes de melhor qualidade, o produtor de sementes de variedades crioulas, geralmente agricultor familiar, pode minimizar a presença de fungos através da utilização de práticas adequadas de plantio, cultivo, coleta, secagem, beneficiamento, transporte e armazenamento destas sementes.

Dentre estas práticas pode-se destacar a utilização de sementes de boa qualidade sanitária; a observação do histórico da área antes do plantio; a eliminação de restos de cultura no solo contaminado por fungos; a colheita na época adequada; a secagem correta das sementes; o armazenamento em locais e em embalagens adequados com atenção especial para as condições de umidade e temperatura; cuidados com contaminações no transporte do produto; aeração eficiente das sementes e, dependendo do objetivo e da condição financeira, realizando o tratamento preventivo das sementes (MARCOS FILHO; NOVEMBRE, 2009; PIMENTEL et al., 2011; QUEIROZ et al., 2009).

A escolha de uma ou outra metodologia para a avaliação da qualidade sanitária das sementes depende da finalidade de sua aplicação e dos objetivos a serem alcançados, estando diretamente relacionada com a política que normatiza o

desenvolvimento e execução do programa de sementes (PESKE; BARROS, 2012).

2.4. Composição química de sementes de milho

A importância econômica do milho se caracteriza pelas diversas formas de sua utilização, que vai desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia (CRUZ et al., 2006). Na alimentação humana, o milho pode ser consumido *in natura*, como milho-verde ou na forma de produtos derivados como farinha, pão, massas, canjica, fubá e muitos outros (BOBATO, 2006).

Apesar da sua importância, a maioria dos conhecimentos disponíveis sobre a composição química das sementes se restringe ao processo de acúmulo de reservas em espécies utilizadas para alimentação e indústrias de transformação, com maior destaque para aquelas mais contempladas em programas de melhoramento genético - cereais, leguminosas e oleaginosas (MARCOS FILHO, 2005).

A semente de milho pode ser dividida em três partes: pericarpo, endosperma e embrião (gérmen), conforme a figura 1. Cada fração pode ter sua composição química alterada, seja na organização do material genético, na sua qualidade e por fatores ambientais aos quais as sementes são expostas incluindo a colheita, o manuseio e o armazenamento. Além disso, os nutrientes encontram-se distribuídos de forma variada entre as estruturas morfológicas da semente (PAES, 2006).

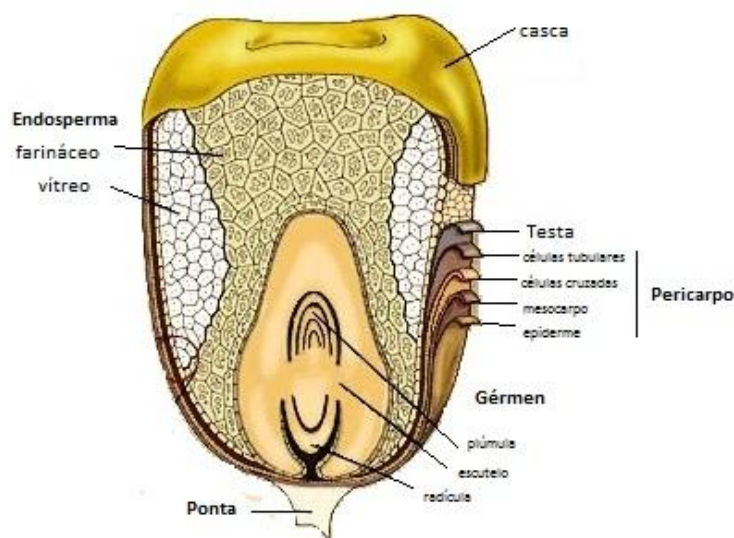


Figura 1 – Anatomia da semente de milho. Fonte: adaptado de *Encyclopedia Britannica* (2006).

Os carboidratos estão presentes, principalmente, no endosperma (73,5%), enquanto as proteínas estão distribuídas no endosperma, entre os grânulos de amido, na camada de aleurona e no embrião (10,3%). O óleo (lipídio) está localizado quase que integralmente no embrião, especialmente no escutelo (4,3%). As fibras fazem parte das estruturas dos tecidos maternos e da própria semente e a maior concentração é encontrada nas camadas envoltórias, originadas do tecido materno (MUNDSTOCK; BREDEMEIER, 2006).

Os carboidratos, que constituem as principais substâncias de reserva das sementes, têm como função principal o fornecimento de energia para a retomada do desenvolvimento do embrião durante a germinação. Os cereais e outras gramíneas são especialmente ricos em carboidratos e armazenam menores quantidades de óleos e proteínas (BUCKERIDGE et al., 2004; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; MARCOS FILHO, 2005).

As proteínas constituem importante reserva alimentar nas sementes da maioria das espécies, sendo, após a água, os componentes mais importantes do protoplasma e essenciais para a formação de novos tecidos nos pontos de crescimento do embrião, durante a germinação (BUCKERIDGE et al., 2004; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; MARCOS FILHO, 2005).

Na semente de milho, a proteína representa, aproximadamente, 10% do seu peso e é constituída por albuminas, globulinas, glutelinas e prolaminas. As albuminas e globulinas são proteínas estruturais, enquanto as glutelinas e prolaminas são proteínas de reserva (SATORRE et al., 2010).

Os teores de proteínas variam em função de fatores agrônômicos e ambientais, enquanto a qualidade das proteínas é característica primeiramente genotípica (FUKE, 2007). Em relação a outras sementes, a cevada e o trigo são semelhantes no seu teor de proteínas (11-12%), porém ambos apresentam teores mais elevados que o milho (9,5%) e o arroz (7,5%) (HELM; FRANCISCO, 2004).

Os lipídios, também conhecidos como gorduras ou óleos, são considerados fontes de energia mais eficientes que os carboidratos, durante a germinação e, também, podem ter função de reserva e estrutural. Além disso, fazem parte do sistema de membranas celulares, sendo que sua organização afeta diretamente a normalidade dos processos fisiológicos nas sementes, como a germinação, a dormência, a manifestação do vigor, a tolerância à dessecação e o condicionamento

fisiológico (BUCKERIDGE et al., 2004; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; MARCOS FILHO, 2005).

Os lipídios são geralmente apresentados na forma de glicídios (triglicerídeos) de ácidos graxos, sendo predominantes nas sementes os ácidos graxos insaturados - mono e poli-insaturados (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Os de ocorrência mais comum no milho são os ácidos oleico e linoleico o que torna o óleo de milho extremamente importante na alimentação. Para o homem, a presença de ácidos graxos insaturados torna o óleo muito interessante, pois estes estão associados a dietas mais adequadas para evitar altos níveis de colesterol e problemas cardíacos. Além disso, o óleo de milho é relativamente estável, uma vez que contém altos níveis de antioxidantes naturais (MUNDSTOCK; BREDEMEIER, 2006).

Os ácidos graxos poli-insaturados compõem as membranas celulares e permitem às células absorverem os nutrientes necessários ao seu bom funcionamento e excretar as substâncias tóxicas produzidas no metabolismo celular. Por ser uma abundante fonte destes ácidos graxos, principalmente do ácido graxo linoleico (ômega 6), a ingestão desse óleo na dieta consegue suprir o corpo humano das necessidades de formação e reparo dessas membranas, mantendo-as íntegras e permitindo, inclusive, o desenvolvimento adequado e a maturação dos sistemas de sentido e nervoso em crianças (EMBRAPA, 2004).

O teor de óleo das sementes pode variar em função das características genéticas (cultivar ou variedade) e em função do meio ambiente (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Outro componente importante da semente de milho é a fibra alimentar que compõe as paredes vegetais sendo resistentes à digestão e à absorção do intestino delgado humano, com fermentação completa ou parcial no intestino grosso (CATALANI et al., 2009; SOUSA; SOUZA NETO; MAIA, 2003).

As fibras solúveis têm a finalidade de aumentar a viscosidade do conteúdo intestinal, diminuindo a atividade de certas enzimas digestivas e influenciando diretamente a taxa de digestão e absorção de nutrientes a fim de reduzir o colesterol, bem como regular o apetite (BRENNAN; CLEARYB, 2005; MIRA; GRAF; CÂNDIDO, 2009). Por outro lado, as fibras insolúveis aumentam o volume do bolo fecal por retenção de água, reduzindo o tempo de trânsito no intestino grosso, e tornam a eliminação fecal mais fácil e rápida (BRENNAN; CLEARYB, 2005; MAFFEI,

2004; MATTOS; MARTINS, 2000; MIRA; GRAF; BRENNAN, 2009; SOUSA; SOUZA NETO; MAIA, 2003).

As fibras são necessárias para auxiliar todas as substâncias alimentares a moverem-se por meio do sistema digestório de maneira adequada. Sem a quantidade de fibra suficiente, o processo digestivo pode ficar lento e a constipação pode ocorrer. Logo, uma dieta com alimentos com menor teor de fibras alimentares não pode ser tomada como causa, mas como fator contribuinte (SANTOS JUNIOR, 2005).

Os cereais são a maior fonte de fibra alimentar, porém a distribuição da fibra é bastante variável, dependendo da espécie, do cultivar, das condições de cultivo, das práticas culturais e do tamanho da semente (GUTKOSKI; PEDÓ, 2000). Durante o processamento dos cereais ocorre uma perda da fibra alimentar, de modo que o restante da semente retém ainda em torno de 50% do valor da fibra (HELM; FRANCISCO, 2004).

Em relação às sementes de variedades crioulas de milho, pouco se conhece sobre a sua composição química. Assim, é fundamental avaliar a composição química de sementes de diferentes variedades crioulas, relacioná-la com a qualidade fisiológica e sanitária e sua viabilidade durante o armazenamento.

2.5. Armazenamento de sementes

A semente é o principal insumo para a produção de alimentos na agricultura e, em comunidades tradicionais de pequenos agricultores, vem agregada a um alto valor cultural e associada a uma racionalidade própria. Após atingir a maturidade fisiológica, todas as sementes perdem gradualmente sua vitalidade (no processo de deterioração), dependendo da espécie considerada, da composição química da semente, das condições sob as quais foram produzidas e armazenadas (MARCOS FILHO, 2005).

Durante o armazenamento, a temperatura e a umidade relativa são os principais fatores que influenciam a qualidade fisiológica da semente, especialmente o vigor (TORRES, 2005). A umidade relativa tem relação com o teor de água das sementes, além de controlar a ocorrência dos diferentes processos metabólicos que

ela pode sofrer, enquanto a temperatura influencia a velocidade dos processos bioquímicos e interfere indiretamente no teor de água das sementes (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Os efeitos da temperatura e da umidade sobre a conservação da qualidade das sementes armazenadas estão inter-relacionados, por isso, quando as sementes são armazenadas com a umidade correta e embaladas adequadamente, os efeitos das altas temperaturas sobre o seu metabolismo serão menores (EMBRAPA, 2006).

A influência de fatores como umidade, temperatura, danos mecânicos na colheita, tratos culturais, adubação, fertilidade do solo, condições de secagem, ação de micro-organismos entre outros, refletem no vigor das sementes e, conseqüentemente, no desempenho das mesmas em campo e no armazenamento (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; MARCOS FILHO, 2005).

Os possíveis efeitos do vigor das sementes estão estritamente associados a características da espécie. Portanto, ainda que o vigor da semente esteja relacionado ao desenvolvimento das plantas, sua avaliação através da produção final é complexa e trabalhosa (MARCOS FILHO; NOVEMBRE, 2009). O que se sabe, através da literatura, é que a proporção de sementes mais vigorosas decresce à medida que aumenta o período de armazenamento e que a utilização de sementes menos vigorosas pode provocar redução na percentagem de emergência de plântulas em campo à medida que se intensifica a deterioração ou decresce o vigor, afetando a produtividade.

No armazenamento, as sementes mecanicamente danificadas não mantêm sua qualidade fisiológica devido às fraturas que sofreram (quebras, rachaduras do tegumento, amassaduras, dano ao embrião) e que interferem na taxa de respiração dos micro-organismos (BAUDET, 2012). Essas sementes deterioram-se com grande facilidade no armazém e acabam afetando as sementes sadias vizinhas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Além disso, o armazenamento sem a prévia e eficiente secagem, além do previsível e preocupante desenvolvimento de insetos e micro-organismos, estimula o metabolismo das próprias sementes, consumindo substâncias de reservas, provocando deteriorações e reduzindo sua qualidade (ELIAS et al., 2002). Também, os insetos podem reduzir a qualidade física e fisiológica das sementes de forma direta pelo consumo das reservas ou em razão da intensa atividade respiratória, a

qual pode favorecer outros processos, como a fermentação e o desenvolvimento de fungos (FREITAS, 2009; PIMENTEL et al., 2011; QUEIROZ et al., 2009; SANTOS, 2008).

A deterioração da semente também está associada às características dos recipientes que as contêm, dependendo da maior ou menor facilidade para as trocas de vapor d'água entre as sementes e a atmosfera e das condições do ambiente em que as sementes permanecem armazenadas. De modo geral, existem três tipos de embalagens, classificadas quanto à possibilidade de trocas de vapor d'água com o ar atmosférico (permeáveis, semipermeáveis e impermeáveis). A escolha da embalagem depende da umidade inicial, da umidade relativa, da temperatura, da modalidade de comercialização, do valor da semente, das características mecânicas da embalagem, da disponibilidade do comércio e período de conservação. Sendo assim, embalagens impermeáveis à umidade são as mais indicadas para armazenar as sementes (BAUDET, 2012; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; ELIAS et al., 2002; FREITAS, 2009; MARCOS FILHO, 2005; PARRELLA, 2011; VILLELA; PERES, 2004).

Muitas vezes o agricultor tem todo o trabalho em selecionar as melhores sementes, mas pela falta de cuidados no armazenamento, todo esforço é perdido (PARRELLA, 2011). Por consequência, acaba comprometendo a utilização do produto para o consumo e mesmo para a industrialização, caso não forem adotadas técnicas adequadas e métodos eficientes de conservação (ELIAS et al., 2002). Sendo assim, as condições de armazenamento são extremamente importantes para conservar as sementes de espécies de valor econômico, preservando a qualidade física, fisiológica e sanitária, para posterior semeadura no ano seguinte.

2.6. Deterioração de sementes x composição química

A deterioração é definida como uma série de processos que envolvem transformações degenerativas que, eventualmente, causam a morte da semente (BAUDET, 2012). De acordo com Freitas (2009), o termo deterioração é usado para indicar o declínio no vigor e na viabilidade das sementes, de forma que vigor de sementes e deterioração estão fisiologicamente ligados, ou seja, o aumento na deterioração implica redução no vigor da semente.

A deterioração de sementes é inevitável, irreversível, muito agressiva e varia entre espécies, variedades e sementes individuais dentro de um mesmo lote. São muitas as alterações em nível celular que ocorrem durante a deterioração, contudo ainda é difícil determinar quais são as mais importantes e quais são as causas e os efeitos da deterioração, já que seu mecanismo permanece desconhecido até hoje (BAUDET, 2012; MARCOS FILHO, 2005).

A deterioração envolve uma série de alterações fisiológicas, bioquímicas e físicas que, eventualmente, causam a morte da semente. As alterações são progressivas e determinadas por fatores genéticos, bióticos e abióticos (clima, insetos, micro-organismos), procedimentos de colheita, secagem, beneficiamento, manuseio e armazenamento (BAUDET, 2012; VILLELA; PERES, 2004).

A intensidade e a velocidade do processo deteriorativo nas sementes podem estar relacionadas à composição química das mesmas. Sementes com maior teor de lipídios terão, portanto, maior predisposição ao processo deteriorativo, principalmente, naquelas com maior conteúdo de ácidos graxos insaturados (FREITAS, 2009).

A deterioração das sementes pode provocar diversas alterações no metabolismo de carboidratos, lipídios e proteínas, de modo que possíveis alterações dessas estruturas prejudicam o seu aproveitamento em processos de síntese e de liberação de energia (MARCOS FILHO, 2005).

Durante a deterioração, pode ocorrer decréscimo no conteúdo de açúcares solúveis, no teor de açúcares totais e acréscimos nos níveis de açúcares redutores. Consequentemente, há perda da capacidade de utilização de carboidratos, afetando sua mobilização dos tecidos de reserva para o eixo embrionário. Estas alterações nos níveis de carboidratos solúveis conduzem à limitação da disponibilidade de substratos para a respiração, provocando queda da germinação e do vigor da semente (MARCOS FILHO, 2005).

As principais alterações nos lipídios, durante a deterioração das sementes, são devidas à hidrólise enzimática, à peroxidação e à autoxidação. Como resultado, não há apenas a destruição dos lipídios, mas a ocorrência de uma série de reações que originam produtos potencialmente tóxicos (MARCOS FILHO, 2005).

Além disso, durante o processo de deterioração das sementes ocorrem alterações nas proteínas como, por exemplo, decréscimo no teor e síntese de

proteínas; acréscimo no teor de aminoácidos; decréscimo no conteúdo de proteínas solúveis; desnaturação das proteínas provocadas por temperaturas elevadas, determinando a perda da habilidade de desempenhar suas funções (MARCOS FILHO, 2005).

De acordo com Villela e Peres (2004), dentre as principais alterações envolvidas na deterioração das sementes, destacam-se o esgotamento das reservas alimentares; a alteração na composição química, como a oxidação de lipídios e a quebra parcial de proteínas; a alteração das membranas celulares, com redução da integridade, aumento da permeabilidade e desorganização; alterações enzimáticas e nos nucleotídeos.

3. OBJETIVO GERAL

Caracterizar diferentes variedades crioulas de milho em relação à qualidade de sementes, determinando a composição química e sua relação com a qualidade fisiológica durante o armazenamento.

Capítulo 1 – Caracterização física, fisiológica, sanitária e química de sementes de variedades crioulas de milho

INTRODUÇÃO

A qualidade fisiológica de sementes é o principal foco de atenção dos tecnólogos de sementes, sendo representada pelo potencial germinativo e pelo vigor, que determinam a capacidade da semente em estabelecer uma plântula normal (MONDO et al., 2012).

A utilização de sementes de qualidade é um fator preponderante para o sucesso de qualquer cultura (GASPAR; NAKAGAWA, 2002), consistindo no principal insumo para a produção de alimentos na agricultura e, em comunidades tradicionais de pequenos agricultores, vem agregada a um alto valor cultural e associada a uma racionalidade própria. Após atingir a maturidade fisiológica, todas as sementes perdem gradualmente sua vitalidade (no processo de deterioração), dependendo da espécie considerada, da composição química da semente, das condições sob as quais foram produzidas e armazenadas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; MARCOS FILHO, 2005).

Entre os fatores que afetam a qualidade fisiológica das sementes e, conseqüentemente, diminuem a sua viabilidade encontram-se a constituição química, a qualidade inicial do lote, o teor de água, as condições ambientais e a presença de fungos e insetos durante o armazenamento (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

A qualidade das sementes reflete diretamente no resultado final da cultura (ANDREOLI et al., 2002), proporcionando uniformidade de população, alto vigor de plântulas e plantas (DIAS; MONDO; CÍCERO, 2010), menor incidência de patógenos transmitidos por sementes e maior produção. Conforme Matos et al. (2013), a qualidade das sementes de milho é influenciada por diversos fatores importantes no período pós-colheita, entre os quais a presença de micro-organismos nocivos, o tratamento químico, o genótipo da espécie hospedeira e as condições de armazenamento.

No âmbito do controle de qualidade de sementes, o teste de sanidade tem sido utilizado para definir o perfil da qualidade de um lote. Além do mais, pode elucidar a avaliação das plântulas e as causas de uma baixa germinação e vigor, complementando assim, o teste de germinação (BRASIL, 2009a).

O milho é um dos cereais mais cultivados pelo homem, devido à sua ampla adaptação a diversos ambientes e composição das sementes favoráveis a inúmeros usos (MUNDSTOCK; BREDEMEIER, 2006). As sementes de milho são, geralmente, amarelas ou brancas, podendo apresentar colorações variando desde o preto até o vermelho. O peso individual da semente varia, em média, de 250 a 300 mg e sua composição média em base seca é 72% de amido, 9,5% de proteínas, 9% de fibras e 4% de lipídios (PAES, 2006).

De um modo geral, as principais substâncias de reserva encontradas nas sementes são os carboidratos, as proteínas e os lipídios, mas a proporção de cada um desses componentes varia de acordo com a espécie (BUCKERIDGE et al., 2004; MARCOS FILHO, 2005).

Os carboidratos constituem as principais substâncias armazenadas em sementes na maioria das espécies cultivadas. Os cereais e outras gramíneas são especialmente ricos em carboidratos e armazenam menores quantidades de óleos e proteínas (BUCKERIDGE et al., 2004; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; MARCOS FILHO, 2005).

As proteínas, que são os componentes básicos de toda a célula viva, funcionam também como materiais de reserva (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; MARCOS FILHO, 2005) e seus teores chegam, em média, a 9,5% (PAES, 2006). A proteína do milho é diferente da proteína de origem animal, sendo deficiente em dois componentes indispensáveis ao nosso organismo, lisina e o triptofano, dois dos oito aminoácidos que o organismo humano não consegue produzir ou o faz de maneira insatisfatória (PAES, 2011).

Os lipídios (óleos ou gorduras) fazem parte do sistema de membranas celulares, sendo que sua organização afeta diretamente a normalidade dos processos fisiológicos nas sementes, como a germinação, a dormência, a manifestação do vigor, a tolerância à dessecação e o condicionamento fisiológico (BUCKERIDGE et al., 2004; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; MARCOS FILHO, 2005).

O óleo de milho possui uma composição química diferente de outros óleos vegetais, consistindo de triglicerídeos, que apresentam, em média, 13% de ácidos graxos esteárico e palmítico (saturados), 58% de ácidos graxos linoleico e linolênico (poli-insaturados), 29% de ácidos graxos oleico e araquídico (monoinsaturados). Sua composição é também bastante distinta das gorduras animais, cujos percentuais de ácidos graxos saturados são superiores a 40% (EMBRAPA, 2004).

Além disso, o óleo de milho é distinto das gorduras animais não somente na sua composição de ácidos graxos, mas principalmente por não apresentar colesterol. No entanto, sua composição em ácidos graxos poli-insaturados é semelhante a de outros óleos vegetais, como os óleos de soja e girassol, tendo como principal componente o ácido graxo linoleico (ômega 6) e, em menor quantidade, o ácido graxo linolênico (ômega 3), considerados essenciais à nutrição humana, dada a incapacidade de síntese dos mesmos pelo organismo (EMBRAPA, 2004).

Além das propriedades já mencionadas, os ácidos graxos monoinsaturado oleico e poli-insaturados, especialmente o linoleico, ainda contribuem para a saúde cardiovascular. O primeiro reduz o risco de ataques cardíacos e a aterosclerose, enquanto o segundo reduz o colesterol ruim (LDL-colesterol). Portanto, os ácidos graxos insaturados são considerados bons, ao contrário dos ácidos graxos saturados, prevalentes nas gorduras animais, que são considerados ruins, porque favorecem a resposta inflamatória e as doenças como a artrite, a dermatite e a síndrome pré-menstrual e aumentam o colesterol (EMBRAPA, 2004).

Outro constituinte importante das sementes de milho é a fibra que exerce, por meio de suas frações solúveis e insolúveis, efeitos metabólicos e fisiológicos no organismo humano, como mudanças das características do bolo alimentar durante a digestão, bem como na diversidade e atividade dos micro-organismos intestinais (WARPECHOWSKI, 1996). As fibras têm o papel de regular o funcionamento intestinal, o que as torna relevantes para o bem estar das pessoas saudáveis (MATTOS; MARTINS, 2000; MIRA; GRAF; CÂNDIDO, 2009; SOUSA; SOUZA NETO; MAIA, 2003).

Na prática, as frações de fibra solúvel e insolúvel são consumidas como parte integrante do alimento, mas são suas respectivas proporções em relação à fibra total e não apenas os seus teores individuais, que alteram as respostas biológicas

(MAYER, 2007).

Por outro lado, sob o ponto de vista fisiológico e, considerando-se as práticas de manejo pré e pós-colheita, as reservas acumuladas nas sementes são responsáveis pelo fornecimento de nutrientes e energia necessários para a plena manifestação das funções vitais das sementes, além de afetar diretamente o potencial de armazenamento e determinar o direcionamento de procedimentos adotados durante a secagem artificial pós-colheita (MARCOS FILHO, 2005).

Diante do exposto acima e, considerando que o conhecimento da composição química é de interesse prático da tecnologia de sementes, porque, tanto o vigor, como o potencial de armazenamento de sementes são influenciados pelo teor dos compostos presentes (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012), o objetivo deste trabalho foi caracterizar diferentes variedades crioulas de milho em relação à qualidade física, fisiológica, sanitária e química de sementes.

MATERIAL E MÉTODOS

Avaliação da qualidade física, fisiológica e sanitária das sementes de milho

Para realização dos experimentos foram utilizados lotes de sementes de milho não tratadas provenientes da Associação de Guardiões de Sementes Crioulas do município de Ibarama (29°25'10"S, 53°08'05"W e altitude de 317m), localizado na microrregião Centro-Serra do Rio Grande do Sul, produzidas na mesma região e nas mesmas condições de ambiente e temperatura (clima subtropical úmido). Foram utilizadas três variedades crioulas de milho, denominadas *Oito carreiras*, *Cabo roxo* e *Lombo baio* (safra 2011/2012) e sementes de milho híbrido S-395 (controle), tratadas com metalaxyl-m + fludioxonil (1000 mL/ton), pirimophos-metil (20 mL/ton) e bifentrina (20 mL/ton), provenientes da empresa Semilha Agronegócios (Coxilha, RS) da safra 2011/2012. As sementes de milho híbrido foram utilizadas como controle, representando as sementes que frequentemente são utilizadas por produtores.

As avaliações física, fisiológica e sanitária foram realizadas no Laboratório Didático e de Pesquisa em Sementes e no Laboratório de Fitopatologia da Universidade Federal de Santa Maria (RS), sendo as sementes avaliadas pelos seguintes testes:

Teor de água

Determinado pelo método da estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}$, por 24 horas, utilizando duas amostras de sementes, conforme recomendação de Brasil (2009b), sendo os resultados expressos em percentagem.

Massa de mil sementes

A massa de mil sementes foi determinada segundo metodologia descrita por Brasil (2009b), sendo os resultados expressos em gramas.

Teste de germinação

O teste foi conduzido a 25°C , com oito repetições de 50 sementes, distribuídas em rolo de papel umedecido com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato. As contagens foram realizadas aos sete dias após a semeadura e os resultados expressos em percentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009b).

Primeira contagem de germinação

Realizada conjuntamente com o teste de germinação, onde foi determinada a percentagem de plântulas normais do quarto ao oitavo dia após a instalação do teste.

Envelhecimento acelerado

O teste foi conduzido utilizando caixas plásticas transparentes, que tinham em seu interior suportes para apoio de uma tela metálica. Na superfície dessas telas foram distribuídas as sementes, de maneira a formarem uma camada sobre a tela. No interior das caixas foram colocados 40 mL de água, a fim de manter o controle da umidade relativa do ar no seu interior. As caixas tampadas foram mantidas em germinador regulado à temperatura de 45°C (BITTENCOURT et al., 2012; BITTENCOURT; VIEIRA, 2006) em diferentes períodos (0, 24, 48, 72, 96 e 120 horas). Ao término de cada período, as sementes foram colocadas para germinar utilizando oito repetições de 50 sementes. A contagem foi realizada no quarto dia após a sementeira, exceto na variedade *Oito carreiras* (quinto dia*), sendo os resultados expressos em percentagem de plântulas normais. (* De acordo com os resultados da tabela 1).

Teste de frio

O teste de frio foi conduzido com oito repetições de 50 sementes distribuídas em rolos de papel umedecidos com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel. Os rolos foram colocados no interior de sacos plásticos, sendo mantidos em câmara regulada a diferentes temperaturas (3, 5 e 10°C), durante sete dias. Após esse período foram transferidos para um germinador com temperatura de 25°C, onde permaneceram por cinco dias. Os resultados foram expressos em percentagem de plântulas normais (BARROS et al., 1999).

Teste de condutividade elétrica

Foram utilizadas oito repetições de 50 sementes, previamente pesadas (0,01g), colocadas em copos plásticos com 75 mL de água destilada e deionizada e mantidas em germinador a 25°C, durante 24 horas. Após este período, foi realizada a leitura da condutividade elétrica com o auxílio de um condutivímetro, sendo os resultados expressos em $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ de sementes (VIEIRA; KRZYZANOWSKI, 1999).

Emergência de plântulas

O teste foi conduzido em casa de vegetação, utilizando como substrato solo classificado como argissolo vermelho distrófico arênico (EMBRAPA, 2006). Foi realizada a semeadura, a 1 cm de profundidade, espaçados de 5 cm, com 16 repetições de 25 sementes de cada variedade crioula e da híbrida, sendo realizadas irrigações diárias. Aos quinze dias após a semeadura foi determinada a emergência final das plântulas, sendo os resultados expressos em percentagem.

Velocidade de Emergência (VE)

Realizada conjuntamente com o teste de emergência de plântulas, com contagens diárias a partir da semeadura, computando o número de sementes emergidas até a estabilização. A velocidade de emergência foi obtida através da equação proposta por Vieira e Carvalho (1994), sendo os resultados expressos em dias.

Comprimento das plântulas

Com o auxílio de uma régua milimetrada, foi avaliado o comprimento médio de dez plântulas normais de cada variedade e do S-395, provenientes do teste de emergência, separadas aleatoriamente, sendo os resultados expressos em centímetros, conforme descrito por Nakagawa (1999).

Massa seca das plântulas

As dez plântulas de cada variedade, provenientes do teste anterior, foram embaladas em sacos de papel e mantidas em estufa a 60°C, até a obtenção de massa constante (48h) e, após, pesadas em balança de precisão 0,001g, sendo os resultados expressos em miligramas por plântula, conforme Nakagawa (1999).

Teste de sanidade

Para o teste de sanidade, foram utilizadas 400 sementes divididas em oito repetições de 50 sementes, distribuídas em caixas plásticas transparentes, forradas com duas folhas de papel filtro esterilizadas e umedecidas com água destilada e esterilizada. A incubação foi realizada em câmara com temperatura controlada de $22 \pm 3^{\circ}\text{C}$ e fotoperíodo de 12 horas, durante 7 dias, quando ocorreu a avaliação e identificação de fungos, com auxílio de microscópio estereoscópio e óptico e consulta de bibliografia especializada (BARNETT; HUNTER, 1999).

Análise dos dados

Para análise estatística, foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado. As comparações entre as médias dos tratamentos, no teste de frio (diferentes temperaturas), foram efetuadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Para os dados do teste de envelhecimento acelerado (diferentes períodos) foi realizada a análise de regressão. Para a análise dos dados foi utilizado o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000). As variáveis cujos resultados foram expressos em percentagem tiveram seus dados transformados em $\sqrt{x/100}$.

Avaliação da composição química das sementes

A análise da composição química das sementes das variedades crioulas de milho foi realizada no Laboratório de Análises Físico-Químicas do Departamento de Tecnologia e Ciências dos Alimentos e no Núcleo Integrado de Desenvolvimento em Análises Laboratoriais (NIDAL) da Universidade Federal de Santa Maria, RS.

As sementes foram moídas em micro-moinho 100g de amostra de cada variedade, para obter o tamanho de partículas apropriadas (<1mm), as quais foram armazenadas em sacos plásticos e conservadas sob refrigeração até o momento de realização das análises laboratoriais.

Em laboratório foram determinadas a matéria seca em estufa a 105°C, cinzas em mufla a 550°C e proteína pelo método de micro-Kjeldahl (N x 6,25), de acordo com as técnicas descritas na AOAC (1995). Para a quantificação de lipídios totais foi utilizado o método de extração a frio (BLIGH; DYER, 1959). Os teores de fibra alimentar total e fibra insolúvel foram determinados de acordo com o método enzimico-gravimétrico nº 985.29 e nº 991.42 (AOAC, 1995). O conteúdo de fibra solúvel foi quantificado pela diferença entre a fibra total e a insolúvel.

Para a determinação do perfil de ácidos graxos utilizou-se o método de Bligh e Dyer (1959) para a extração dos lipídios das amostras. Posteriormente os lipídios foram esterificados segundo método de Hartman e Lago (1973). Os ésteres formados foram então analisados através de cromatógrafo a gás Agilent Technologies, série 6890N, equipado com coluna capilar (Supelco SP2560, Sigma-Aldrich) de sílica fundida (100m de comprimento x 0,25mm diâmetro interno x 0,2µm de espessura do filme) e detector por ionização de chama (FID). A programação de aquecimento da coluna foi iniciada com 170°C por 2 minutos e aumento gradual de 3°C por minuto até a temperatura final de 240°C, permanecendo assim por 7 minutos. Nitrogênio foi usado como gás de arraste a 0,9 mL.min⁻¹. O volume de amostra injetada (modo split) foi de 1µL. A temperatura usada para o detector (FID) foi de 280°C. Os ácidos graxos foram identificados por comparação com os tempos de retenção de padrões de referência (Supelco 37 FAME Mix, ref. 47885-U, Sigma, Bellefonte, EUA). Os tempos de retenção e as áreas foram computados automaticamente pelo software GC Solution.

As análises da composição química foram realizadas em triplicata e os resultados obtidos calculados para base seca seus valores finais foram calculados para base seca.

A fração de carboidratos não fibrosos (CNF) foi calculada pela fórmula (Mayer et al., 2007):

$$\%CNF = 100 - (\%P + \%EE + \%Cz + \%FT)$$

Onde: P = proteína; EE = extrato etéreo; Cz = cinzas; FT = fibra total.

Os resultados obtidos com as análises químicas foram utilizados para a caracterização de cada variedade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliação da qualidade física, fisiológica e sanitária das sementes

Na tabela 1 são apresentados os resultados da percentagem de plântulas normais no teste de primeira contagem de germinação. Assim, a primeira contagem de germinação pode ser realizada no quarto dia após a semeadura nas variedades *Cabo roxo*, *Lombo baio* e no híbrido *S-395* e no quinto dia na variedade *Oito carreiras*. De acordo com Brasil (2009), a primeira contagem de germinação das sementes de milho deverá ser realizada no quarto dia após a semeadura.

Tabela 1 – Percentagem de plântulas normais no teste de primeira contagem de germinação em diferentes dias. Santa Maria, RS. 2014.

Dias	Oito carreiras	Cabo roxo	Lombo baio	S-395
4	27 c*	53 b	64 b	84 b
5	64 b	84 a	86 a	98 a
6	74 a	88 a	88 a	99 a
7	77 a	89 a	88 a	99 a
8	79 a	89 a	88 a	99 a
CV (%)	7,40	5,60	5,15	6,35

* Médias, seguidas de mesma letra minúscula, em cada coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Na tabela 2 são apresentados os resultados referentes à caracterização inicial das sementes de milho das variedades crioulas e da híbrida. Como são dados de caracterização e o objetivo não consiste na comparação, não foi realizada a análise estatística. O teor de água das sementes foi de 13%, com exceção da variedade *Cabo roxo* (14%) o que segundo Portella e Eichelberger (2001), não compromete a qualidade das sementes, pois com esta umidade não ocorre respiração ativa. Além disso, Baudet (2012) orienta que o alto teor de água (superior a 13%) não é

desejável para armazenar sementes em geral, uma vez que este é o fator mais importante que afeta a conservação das sementes.

Em relação à massa de mil sementes (Tabela 2), o lote de sementes da variedade *Oito carreiras* apresentou 434g, seguido de *Cabo roxo* (363g), *Lombo baio* (363g) e do híbrido S-395 (338g). Resultados diferentes foram encontrados por Costa et al. (2013), estudando três variedades de sementes de milho crioulo (228 a 344g) e milho comum (290g). De acordo com Catão et al. (2010), essas variações podem ser atribuídas à variabilidade entre os diferentes materiais.

Conforme pode ser observado na tabela 2, o lote da variedade *Oito carreiras* apresentou baixa percentagem de plântulas normais nos testes de germinação (78%) e emergência de plântulas (87%) o que pode ser, em parte, explicado pela baixa qualidade do lote. Os lotes das variedades *Cabo roxo*, *Lombo baio* e do híbrido S-395 apresentaram germinação de 89, 91 e 99%, respectivamente.

Tabela 2 – Valores médios observados nos testes de teor de água (TA), Primeira Contagem de Germinação (PC), Germinação (G), Emergência de plântulas (EP), Velocidade de Emergência (VE), Massa de mil sementes (MM), Condutividade Elétrica (CE), Comprimento Total de Plântulas (CP) e Massa Seca (MS) em sementes de milho. Santa Maria, RS. 2014.

Variedade	TA	PC	G	EP	VE	MM	CE	CP	MS
	(%)	(%)	(%)	(%)	(dias)	(g)	($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$)	(cm)	(mg/plântula)
Oito Carreiras	13	64	78	87	4,33	434	12,63	65,37	0,55
Cabo Roxo	14	53	89	90	3,66	363	10,78	72,18	0,57
Lombo Baio	13	64	91	94	3,49	363	6,11	67,53	0,48
S-395	13	84	99	98	3,18	338	11,59	62,10	0,43

Através dos resultados do teste de velocidade de emergência de plântulas (Tabela 2) é possível observar que o lote da variedade *Oito carreiras* apresentou velocidade de emergência de 4,33 dias, seguido de 3,66 dias (*Cabo roxo*), 3,49 dias (*Lombo baio*) e 3,18 dias (S-395). Conforme Bahry, Muniz, Franzin (2006), a

velocidade de formação de plântulas é um parâmetro importante na avaliação de sementes, visto que maior velocidade indica maior vigor e, assim, diminui o tempo de exposição a patógenos, responsáveis pela deterioração de sementes. Além disso, de acordo com Nakagawa (1999), é tanto mais vigoroso um lote de sementes quanto mais rápida for a emergência das plântulas em campo.

Em relação ao teste de condutividade elétrica (Tabela 2), observa-se que o lote da variedade *Lombo baio* apresentou condutividade elétrica de $6,11 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$, seguido de $10,78 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ (*Cabo roxo*), $11,59 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ (S-395) e $12,63 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ (*Oito carreiras*). Resultados semelhantes foram obtidos por Rolim et al. (2012) onde os valores de condutividade elétrica observados em sementes de sete variedades crioulas variaram de 6,47 a $17,58 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$.

De acordo com Vieira e Krzyzanowski (1999), o teste de condutividade elétrica é um dos indicados para estimar o vigor, devido a sua objetividade e rapidez, além da facilidade de execução na maioria dos laboratórios de análise de sementes, sem despesas adicionais em equipamento e treinamento de pessoal. Nesse teste, as sementes com menor vigor apresentam menor velocidade de restabelecimento da integridade das membranas celulares durante a embebição, apresentando, em consequência, liberação acentuada de solutos para o meio exterior (MARCOS FILHO; NOVENBRE, 2009).

Os resultados do teste de condutividade elétrica, contudo, podem ser afetados por vários fatores, como o genótipo (VIEIRA et al., 1996), a qualidade da água, a temperatura, a duração do período de embebição, o teor de água, o número de sementes testadas e o tratamento de proteção realizado nas sementes, pois o produto aderido a semente interfere na leitura da condutividade elétrica (DIAS; MARCOS FILHO, 1995; VIEIRA; KRZYZANOWSKI, 1999).

Em relação ao comprimento total de plântulas (Tabela 2), foram encontrados os seguintes valores: 65,37 cm (*Oito carreiras*), 72,18 cm (*Cabo roxo*), 67,53 cm (*Lombo baio*) e 62,10 cm (S-395). De acordo com Nakagawa (1999), as diferenças entre plântulas são, na maioria das vezes, visíveis, porém há necessidade de valores numéricos para separar aquelas mais vigorosas. Para isso, a determinação do comprimento médio das plântulas normais é realizada, tendo em vista que as amostras que apresentam os maiores valores médios são as mais vigorosas.

O lote da variedade *Oito carreiras* apresentou massa seca de

0,55 mg/plântula, seguido de 0,57; 0,48 e 0,43 mg/plântula em *Cabo roxo*, *Lombo baio* e *S-395*, conforme pode ser observado na tabela 2. De acordo com Nakagawa (1999), as sementes que originam plântulas com as maiores massas médias de matéria seca de plântulas normais são consideradas vigorosas. As sementes vigorosas proporcionam maior transferência de massa seca de seus tecidos de reserva para o eixo embrionário, na fase de germinação, originando plântulas com maior massa, em função do maior acúmulo de matéria.

Os principais fungos encontrados nas sementes avaliadas pelo teste de sanidade (Tabela 3) foram os dos gêneros *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium* e *Rhizoctonia*, este último apenas no híbrido *S-395*. Observou-se que há similaridade de fungos nas sementes de milho, independentemente de serem sementes de variedades ou de híbridos. Resultados semelhantes foram observados por Noal (2013) em sete variedades crioulas de milho, provenientes da cidade de Ibarama (RS), porém diferentes das pesquisadas neste trabalho.

Tabela 3 – Incidência de fungos (%) em sementes de milho, submetidas ao teste de sanidade em papel filtro. Santa Maria, RS. 2014.

Variedade	<i>Aspergillus</i> spp.	<i>Fusarium</i> spp.	<i>Penicillium</i> spp.	<i>Rhizoctonia</i> spp.
Oito carreiras	13	20	95	0
Cabo roxo	0	77	95	0
Lombo baio	1	75	97	2
S-395	2	14	17	17

A associação de fungos às sementes pode afetar a qualidade fisiológica das mesmas com redução da germinação e do vigor (MALOZZI; CORREA, 1998; MENTEN, 1995; PEREIRA, 1995). Os fungos associados à semente podem causar a sua deterioração ou serem transmitidos para a plântula, colonizando órgãos radiculares e aéreos (CASA; REIS; NERBASS, 2006). Segundo Agarwal e Sinclair (1997), a transmissão de um patógeno pela semente pode ser influenciada por uma série de fatores, como a espécie cultivada, o vigor da semente, as condições

ambientais, as práticas culturais, a sobrevivência do inóculo, entre outros.

Além disso, Marcos Filho (2005) afirmou que, em geral, as manifestações da baixa qualidade fisiológica de sementes podem ser atribuídas à menor velocidade de germinação, à maior sensibilidade das sementes e plântulas a estresses durante esse processo, resultando em plantas com crescimento vagaroso, desuniforme e com menor desenvolvimento radicular.

Na tabela 4 é possível observar os resultados referentes à percentagem de plântulas normais de sementes de milho das variedades crioulas e da híbrida, submetidas ao teste de frio em diferentes temperaturas (3, 5 e 10°C). Não houve diferença significativa entre as temperaturas de 5 e 10°C, para os lotes das variedades estudadas. Estes resultados estão de acordo com as informações encontradas na literatura de que a temperatura de 10°C pode ser utilizada para o teste de frio em sementes de milho (BARROS et al., 1999; VIEIRA; CARVALHO, 1994).

Tabela 4 – Percentagem de plântulas normais originadas de sementes de milho, submetidas ao teste de frio em diferentes temperaturas. Santa Maria, RS. 2014.

Temperatura (°C)	Oito carreiras	Cabo roxo	Lombo baio	S-395
3	71 b*	79 b	85 a	95 b
5	77 a b	86 a	88 a	97 ab
10	80 a	85 a	87 a	98 a
CV (%)	6,26	4,52	5,18	6,50

* Médias, seguidas de mesma letra minúscula, em cada coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

O teste de frio, que tem como princípio básico a exposição das sementes aos fatores adversos, tais como a baixa temperatura e alta umidade do substrato, pode ser eficiente para a seleção prévia de lotes de sementes quanto ao seu desempenho, em uma ampla faixa de condições ambientais (BARROS et al., 1999). De forma geral, se os resultados do teste de frio se aproximarem dos obtidos no

teste padrão de germinação, há possibilidade das sementes germinarem sob ampla variação das condições de umidade e temperatura do solo (CÍCERO; VIEIRA, 1994). Conforme a tabela 1, os lotes das três variedades crioulas estudadas apresentam valores próximos aos da germinação, indicando que, provavelmente, estas sementes podem apresentar capacidade para germinar no campo, desde que fornecidas as condições necessárias. Neste caso, a temperatura de 10 °C pode ser indicada para a realização do teste de frio em sementes de variedades crioulas de milho, indicação esta, também utilizada para as sementes híbridas.

A figura 1 expressa a percentagem de plântulas normais de sementes de milho, submetidas ao teste de envelhecimento acelerado a 45°C em diferentes períodos de exposição. Conforme pode ser observado, à medida que aumenta o período de exposição das sementes à alta temperatura, diminui a percentagem de plântulas normais, com valores mais acentuados para o lote da variedade *Lombo baio*.

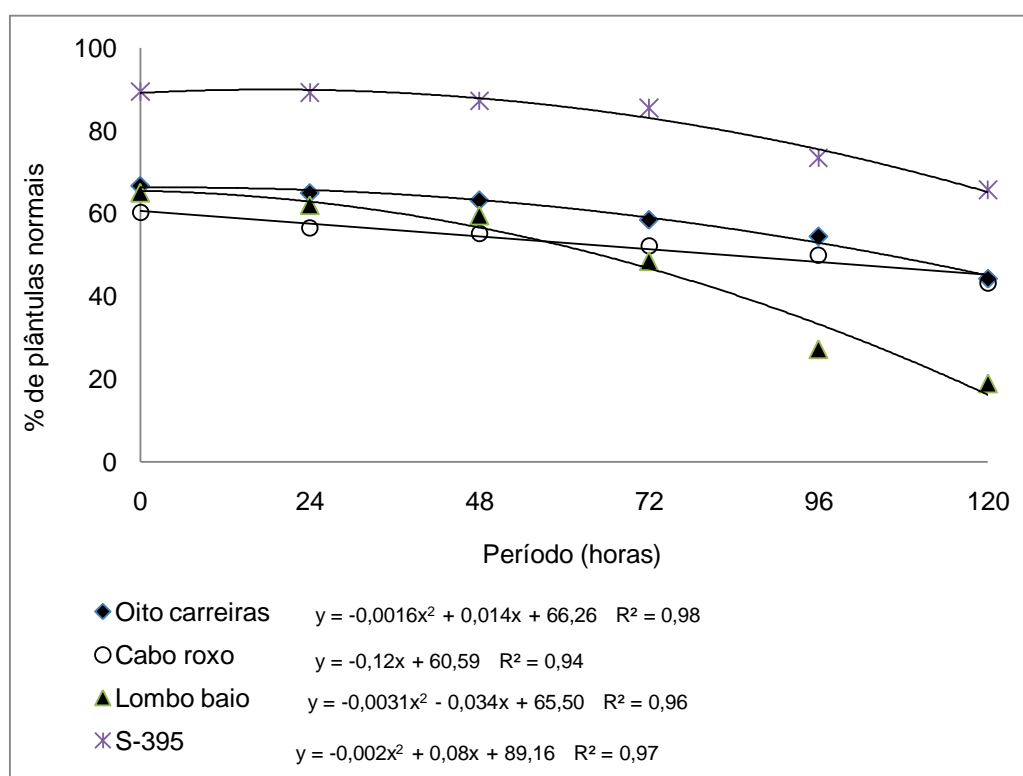


Figura 1 - Percentagem de plântulas normais de sementes de milho, obtidas no teste de envelhecimento acelerado a 45°C em diferentes períodos.

Conforme a figura 1, a porcentagem de plântulas normais foi reduzida a partir de 96 horas de envelhecimento. Segundo Krzyzanowski, Vieira, França Neto (1999), as amostras com baixo vigor apresentam maior queda de sua viabilidade quando submetidas a essa situação (alta temperatura e umidade relativa); portanto, as sementes vigorosas geralmente são menos afetadas em sua capacidade de produzirem plântulas normais e apresentam germinação mais elevada, após serem submetidas ao envelhecimento.

De acordo com os resultados, o período mais adequado para a realização do teste de envelhecimento acelerado corresponde à temperatura de 45°C pelo período de 72 horas nas variedades *Cabo roxo* e *Lombo baio* e 96 horas na variedade *Oito carreiras* e no híbrido *S-395*.

Avaliação da composição química das sementes de milho

Conforme pode ser observado na tabela 5, o teor de matéria seca foi em torno de 86-87%, enquanto o teor de cinzas foi de 1,17% (híbrido S-395), 1,32% (*Cabo roxo*), 1,42% (*Lombo baio*) e 1,61% (*Oito carreiras*). Esses resultados permitem inferir que, entre as variedades estudadas, a *Oito carreiras* é a que possui maior conteúdo de minerais. Resultados similares (1,52%) foram observados por Pinto et al. (2009) em sementes de milho variedade *Oito Carreiras* em um estudo que teve como objetivo caracterizar vinte variedades de milho crioulo em relação à composição química.

Em outros trabalhos relatados na literatura, o teor de cinzas determinado em sementes de milho crioulo foi de 1,56% (LUCHIN; BARCACCIA; PARINI, 2003). Por outro lado, Gonçalves et al. (2003) determinando cinzas em sementes de milho híbrido obtiveram valor médio de 1,27 % e Bressani et al. (1990) observaram uma faixa de resíduo mineral entre 1,10 a 1,40 %.

Tabela 5 – Percentagem de matéria seca e cinzas em sementes de milho. Santa Maria, RS. 2014.

Variedade	Matéria seca	Cinzas
Oito carreiras	87	1,61
Cabo roxo	86	1,32
Lombo baio	86	1,42
S-395	87	1,17

O lote da variedade *Cabo roxo* apresentou teor de proteínas equivalente a 10,51%, seguido de *Oito carreiras* (10,25%), *Lombo baio* (9,64%) e do híbrido S-395 (7,6%), conforme pode ser observado na figura 2.

Na literatura alguns autores mencionam teores de proteínas para milho crioulo, variedade *Oito carreiras* de 12,41% (PINTO et al., 2009). Para outras variedades, Câmara (2005) encontrou valores entre 10,47 % a 12,17 % e Jiang et al. (2007) obtiveram 7,77 % a 13,84 % de proteína em sementes de milho híbrido.

De acordo com Carvalho e Nakagawa (2012), o teor e a composição de proteínas variam também em função das condições do ambiente e das técnicas de cultivo que afetam o estado nutricional das plantas (adubação nitrogenada). O nitrogênio fornecido adequadamente em condições favoráveis para o crescimento das plantas proporciona aumento na produção de massa seca e do teor de proteína, a partir da produção de carboidratos (HAVLIN et al., 2005).

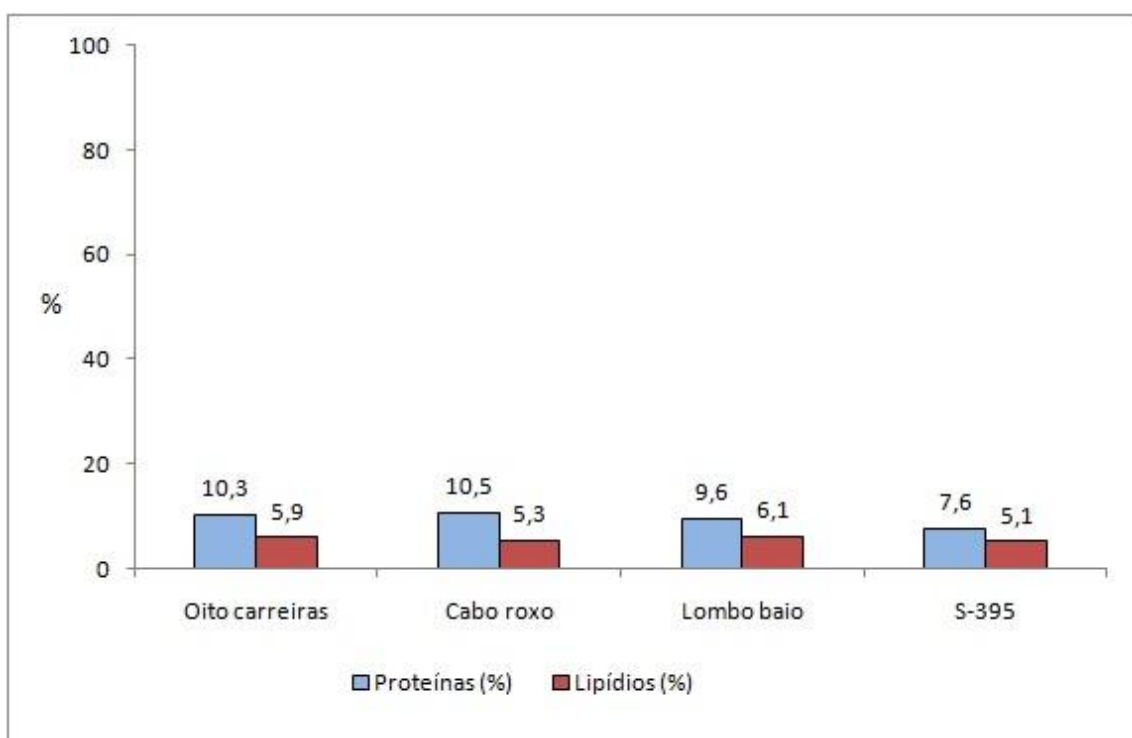


Figura 2 - Percentagem de proteínas e lipídios em sementes de milho.

Os teores de lipídios das sementes das variedades crioulas de milho foram de 6,13% (*Lombo Baio*), 5,93% (*Oito carreiras*), 5,32% (*Cabo roxo*) e 5,10 % no híbrido S-395 (Figura 2). De acordo com Paes (2011), o percentual de lipídios presentes na semente de milho é, em média, 4,5%.

Na tabela 6 é possível observar o percentual de ácidos graxos (saturados e insaturados - mono e poli-insaturados) em sementes de milho. A variedade *Cabo*

roxo apresentou 25% de ácidos graxos saturados, seguida de *Oito carreiras* (20,18%), *S-395* (19,66%) e *Lombo baio* (18,84%).

O teor observado de ácidos graxos monoinsaturados foi de 34,40% no híbrido *S-395*, seguido das variedades *Cabo roxo* (33,33%), *Lombo baio* (32,21%) e *Oito carreiras* (31,77%). Em relação aos ácidos graxos poli-insaturados, a variedade *Lombo baio* apresentou 45,17%, seguida de *Oito carreiras* (44,83%), *S-395* (41,70%) e *Cabo roxo* (37,70%).

De um modo geral, os principais ácidos graxos encontrados nas sementes de milho estudadas foram o linoleico, oleico, palmítico e esteárico. Estes resultados estão de acordo com os de Nedel (2012), que afirmou que os ácidos graxos comumente encontrados nas sementes de milho são o linoleico (48%), oleico (44%), palmítico (6%) e esteárico (2%).

Tabela 6 - Percentagem de ácidos graxos em sementes de milho. Santa Maria, RS, 2014.

Ácidos graxos	Oito Carreiras	Cabo roxo	Lombo baixo	S-395
(6:0)	0,24	0,0	0,16	0,20
(8:0)	0,11	0,03	0,07	0,13
(10:0)	0,0	0,09	0,02	0,07
(11:0)	0,10	0,07	0,13	0,11
(12:0)	0,03	0,25	0,06	0,15
(13:0)	0,06	0,05	0,10	0,07
(14:0)	1,69	2,24	1,48	2,30
(14:1)	0,0	0,04	0,01	0,02
(15:0)	0,01	0,12	0,03	0,06
(16:0)	14,14	16,36	13,11	12,40
(16:1)	0,17	0,65	0,15	0,35
(17:0)	0,11	0,21	0,10	0,14
(18:0)	2,67	4,74	2,61	3,22
(18:1 ω 9)	31,14	32,22	31,61	33,59
(18:2 ω 6)	43,69	36,82	43,99	40,88
(18:3 ω 3)	1,17	0,86	1,17	0,89
(18:3 ω 6)	0,0	0,02	0,01	0,01
(20:0)	0,66	0,57	0,69	0,55
(20:1)	0,27	0,31	0,29	0,32
(22:1 ω 9)	0,18	0,04	0,11	0,08
(24:0)	0,36	0,27	0,28	0,26
(24:1)	0,01	0,07	0,04	0,04
Σ AGS ²	20,18	25,00	18,84	19,66
Σ AGM ³	31,77	33,33	32,21	34,40
Σ AGP ⁴	44,83	37,70	45,17	41,78

Ácido capróico C6:0; ácido caprílico C8:0; ácido cáprico C10:0; ácido undecílico C11:0; ácido láurico C12:0; ácido tridecílico C13:0; ácido mirístico C14:0; ácido miristoleico C14:1; ácido pentadecílico C15:0; ácido palmítico C16:0; ácido palmitoleico C16:1; ácido margárico C17:0; ácido esteárico C18:0; ácido oleico C18:1 ω 9; ácido linoleico C18:2 ω 6; α -ácido linolênico C18:3 ω 3; ácido γ -linolênico C18:3 ω 6; ácido araquídico C20:0; ácido eicosenoico C20:1; ácido erúxico C22:1 ω 9; ácido lignocérico C24:0; ácido lignoceroleico C24:1.

Σ AGS² somatório de ácidos graxos saturados

Σ AGM³ somatório de ácidos graxos monoinsaturados

Σ AGP⁴ somatório de ácidos graxos poli-insaturados

Analisando os resultados referentes ao teste de envelhecimento acelerado (Figura 1), que tem como objetivo simular condições adversas de alta temperatura e umidade (estresse fisiológico e, conseqüentemente, deterioração), é possível inferir que, para as sementes da variedade *Lombo baio*, a redução da percentagem de plântulas normais pode estar correlacionada ao elevado teor de lipídios (Figura 2) e ácidos graxos poli-insaturados (Tabela 5). De acordo com Elias et al. (2002), entre os compostos químicos presentes nas sementes, os lipídios são os mais suscetíveis à deterioração, seja pela redução do seu conteúdo total ou pela suscetibilidade a alterações estruturais.

Na figura 3 são apresentados os teores de fibra alimentar total, fibra solúvel e insolúvel nas sementes de milho. Observa-se que a variedade *Cabo roxo* apresentou percentual de fibra alimentar total de 19,9%, seguida de *Oito carreiras* (18,4%), *Lombo baio* (17,4%) e *S-395* (14,9%). Resultados diferentes foram observados por Pinto (2009), onde os valores médios de fibra alimentar da variedade *Oito Carreiras* foi de 9,89%. De acordo com Picolli e Ciocca (1997) e Gutkoski e Trombetta (1998), os teores de fibras variam com a cultivar, condições de desenvolvimento, práticas culturais e tamanho da semente.

As fibras solúveis, responsáveis pelo aumento da viscosidade do conteúdo intestinal (MATTOS; MARTINS, 2000), foram encontradas em 1,6% na variedade *Cabo roxo*, 1,5% (*Oito carreiras*), 0,9% (*Lombo baio*) e 0,8% no híbrido *S-395*. Estes valores são um pouco menores dos observados por Paes (2011) que foi, em média, de 2,0%.

Em relação às fibras insolúveis, que oferecem alto poder de saciedade (COSTA; SILVA; MAGNONI, 1997), o conteúdo variou de 14,1% (*S-395*) a 18,3% (*Cabo roxo*). Silva e Ciocca (2005) encontraram 13% de fibra alimentar para sementes de milho híbrido, enquanto Callegaro et al. (2005) obtiveram aproximadamente 12 % para o milho pipoca.

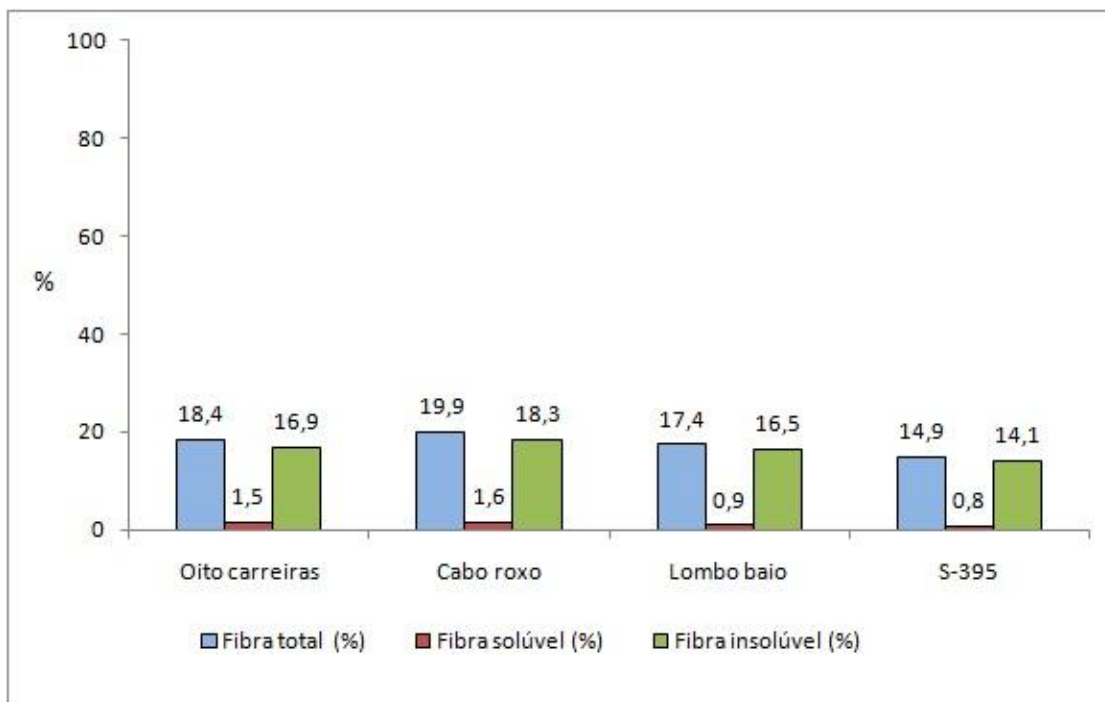


Figura 3 - Teores (%) de fibra alimentar total, fibra solúvel e fibra insolúvel de milho.

Conforme pode ser observado na figura 4, os teores presentes na fração de carboidratos não fibrosos nas sementes de milho foram de 63,8% (*Oito carreiras*), 62,9% (*Cabo roxo*), 65,9% (*Lombo baio*) e 71,2% (híbrido S-395).

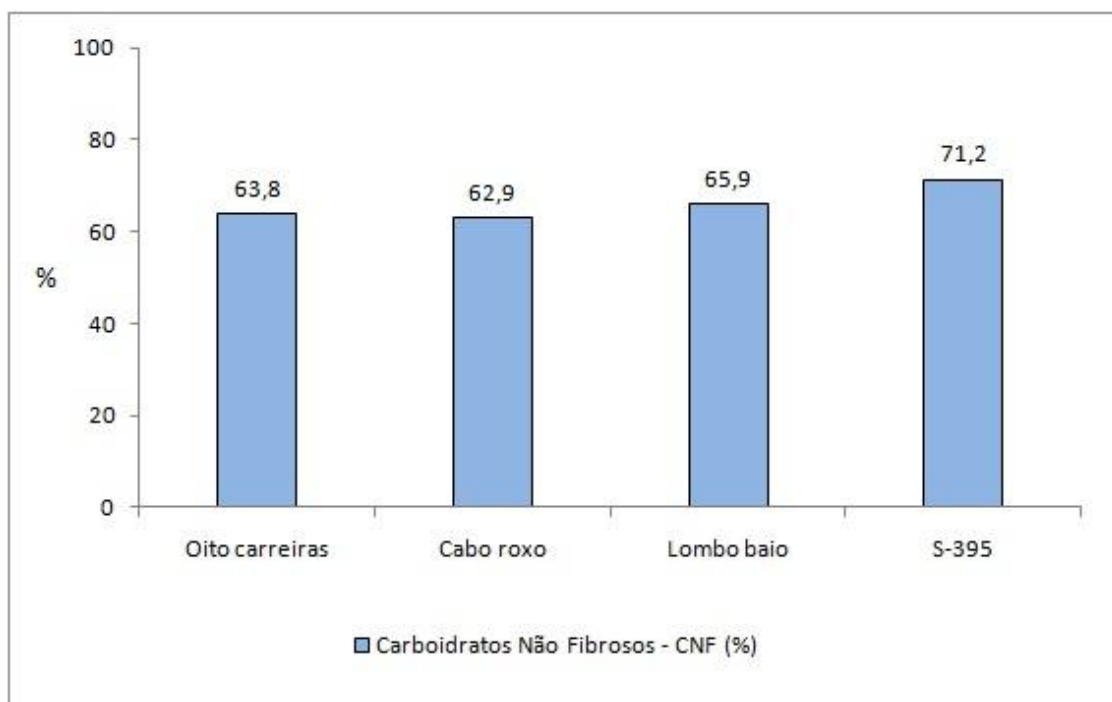


Figura 4 - Percentagem inicial de carboidratos não fibrosos em sementes de milho.

De acordo com Paes (2006), o milho é especialmente rico em carboidratos, essencialmente o amido, o que o caracteriza como alimento energético, sendo que essa fração corresponde, em média, a 72% das sementes. Outros trabalhos mostram que, os teores de amido encontrados em sementes de milho, foram 75,7% (FREITAS et al., 2005) e 66,25 a 73,45% (RODRIGUES et al., 2001).

CONCLUSÕES

Através dos resultados é possível observar que:

- o lote estudado das sementes de milho, variedade *Oito carreiras*, apresentou baixa qualidade fisiológica.

- a primeira contagem de germinação pode ser realizada no quinto dia na variedade *Oito carreiras*.

- as sementes das variedades crioulas de milho respondem positivamente quando expostas a baixas temperaturas, no teste de frio.

- a temperatura de 10 °C pode ser indicada para realização do teste de frio em sementes de variedades crioulas de milho.

- a qualidade fisiológica das sementes de milho foi reduzida quando submetidas ao estresse fisiológico pelo teste de envelhecimento acelerado.

- os principais fungos encontrados nas sementes de variedades crioulas de milho são semelhantes aos encontrados no milho híbrido.

- os lotes das sementes de variedades crioulas de milho apresentaram a seguinte composição química: carboidratos (62,9% a 65,9%); proteínas (9,6% a 10,5%); lipídios (5,3% a 6,1%) e fibra alimentar total (17,4% a 19,9%).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGARWAL, V. K; SINCLAIR, J. B. **Principles of seed pathology**. 2 ed. CRC Press. Lewis Publishers. Boca Raton. Florida. 1997.

ANDREOLI, C. et al. Influência da germinação da semente e da densidade de semeadura no estabelecimento do estande e na produtividade de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, v.24, n.2, p.1-5, 2002.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis of the AOAC International**. 16th ed. Arlington: AOAC, 1995. 200p.

BAHRY, C. A.; MUNIZ, M. F. B.; FRANZIN, S. M. **Importância da qualidade fisiológica e sanitária de sementes de milho para a implantação de pastagens**. Santa Maria: CCR/UFSM, 2006. 4 p. (Informe Técnico).

BARNETT, H. L.; HUNTER, B. B. **Ilustred genera of imperfect fungi**. 3 ed. Minnesota: Burgess Publishing Company, 1999. 241p.

BARROS, A. S. R. et al. Teste de frio. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, cap.5, 1999.

BAUDET, L. M. L. Armazenamento de sementes. In: PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. 3. ed. Pelotas: UFPel, 2012. 573 p.

BLIGH, E. G., DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v. 37, n.18, p. 911-917, 1959.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de Análise Sanitária de Sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009a. 200 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009b. 399 p.

BRESSANI, R. et al. Changes in Selected Nutrient Contents and in Protein Quality of Common and Quality-Protein Maize During Rural Tortilla Preparation. **Cereal Chemistry**. v.67, n.6, p.515-518, nov./dez. 1990.

BUCKERIDGE, M. S. et al. Acúmulo de reservas. In: FERREIRA, A. G; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, cap.2, p. 31-50, 2004.

CALLEGARO, M. G. K. et al. H. Determinação da fibra alimentar insolúvel, solúvel e total de produtos derivados de milho. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.25, n.2, p.271-274, abr./jun., 2005.

CÂMARA, R. J. **Cultivares crioulas de milho (Zea mays, L.) em sistema de produção orgânico – Desempenho agrônômico das plantas e composição química das sementes**. 2005, 78f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2005.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5 ed. Jaboticabal: Funep, 2012. 590p.

CASA, R. T., REIS, E. M., NERBASS, F. R. Implicações epidemiológicas da transmissão de fungos em sementes de milho. In: **Manejo de doenças de grandes culturas: feijão, batata, milho e sorgo**. Lavras: UFLA, p. 202-212, 2006.

CATÃO, H. C. R. M.; et al. Qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de milho crioulo produzidas no norte de Minas Gerais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.10, p.2060-2066, out, 2010.

CÍCERO, S. M.; VIEIRA, R. D. Teste de frio. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, p. 151-164, 1994.

COSTA, R. Q. et al. Qualidade fisiológica de sementes de milho crioulo e comerciais semeadas na região sudoeste da Bahia. **Enciclopédia Biosfera**. Goiânia: Centro Científico Conhecer, v. 9, n. 16; p. 1873-1880, 2013.

COSTA, R. P.; SILVA, C. C.; MAGNONI, C. D. Importância das fibras nas doenças cardiovasculares. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**, p.151-154, 1997.

DIAS, D. C. F. S.; MARCOS FILHO, J. Teste de vigor baseados na permeabilidade de membranas celulares: I Condutividade elétrica. **Informativo ABRATES**, Brasília, v. 5, n. 1, p. 26–36, 1995.

DIAS, M. A. N.; MONDO, V. H. V; CICERO, S. M. Vigor de sementes de milho associado à mato-competição. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.2, p.93-101, 2010.

ELIAS, M. C. et al. Armazenamento de grãos. In: ELIAS, M.C. **Armazenamento e conservação e conservação de grãos em médias e pequenas escalas**. Pelotas: UFPel, cap. 4, p. 95-108, 2002.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Óleo de milho: aspectos químicos e nutricionais**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2004. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/item/25/simple-search?query=oleo+de+milho>> Acesso 16 set. 2013.

EMBRAPA (2006) **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisas de Solos. Embrapa Solos, 306p.

FERREIRA, D. F. **Sistema de análises de variância para dados balanceados**. Lavras: UFLA, 2000.

FREITAS, E. R. et al. Valor nutricional do milho termicamente processado, usado na ração pré-inicial para frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 57, n. 4, p. 510-517, 2005.

GASPAR, C. M.; NAKAGAWA, J. Teste de condutividade elétrica em função do número de sementes e da quantidade de água para as sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 24, n. 2, p.70-76, 2002.

GONÇALVES, R. A. et al. Rendimento e composição química de cultivares de milho em moagem a seco e produção de grits. **Ciência e Agrotecnologia**, v.27, n.3, p.643-650, mai./jun. 2003.

GUTKOSKI, L. C.; TROBETTA, C. Avaliação dos teores de fibra alimentar e de beta-glicanas em cultivares de aveia (*Avena sativa* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 3, p. 121-124, 1998.

HARTMAN, L.; LAGO, B. C. A. Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. *Laboratory Practice*, v.22, p.475-477, 1973.

HAVLIN, J. L. et al. **Soil fertility and fertilizers**: an introduction to nutrient management. 7. ed. New Jersey: Pearson 2005. 515 p.

JIANG, H. Y. et al. Analysis of protein, starch and oil content of single intact kernels by near infrared reflectance spectroscopy (NIRS) in maize (*Zea mays* L.). **Plant Breeding**, v, 126, n.5 , p.492-497, out., 2007.

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

LEHNINGER, A. L., NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípio de Bioquímica**. 2. ed. São Paulo: Sarvier. 1995. 810p.

LUCCHIN, M; BARCACCIA, G; PARRINI, P. Characterization of a flint maize (*Zea mays* L. convar. Mays) Italian landrace: I. Morpho-phenological and agronomic traits. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 50, n.3, p. 315-327, mai. 2003.

MALLOZZI, M. A. B., CORREA, B. – Fungos toxigênicos e micotoxinas. **Bol. Técn. Inst. Biol.**, São Paulo, n.2, p.5-26, jul.,1998.

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

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, cap.3, p.3-24, 1999.

MARCOS FILHO, J. NOVEMBRE, A. D. L. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de hortaliças. In: NASCIMENTO, W. M. **Tecnologia de sementes de hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, p. 185-243, 2009.

MATOS, C. S. M. et al. Health and physiological quality of corn seeds treated with fungicides and assessed during storage. **Journal of Seed Science**, v.35, n.1, p.10-16, 2013.

MATTOS, L. L. MARTINS, I. S. Consumo de fibras alimentares em população adulta. **Revista de Saúde Pública**, v. 34, n. 1, p. 50-55, 2000.

MAYER, E. T. **Caracterização bromatológica de grãos de cevada e efeito da fibra alimentar na resposta biológica de ratos**. 2007. 75f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

MAYER, E. T. et al. Caracterização nutricional de grãos integrais e descascados de cultivares de cevada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 11, p.1635-1640, nov., 2007.

MENTEN, J. O. M. Prejuízos causados por patógenos associados às sementes. In: MENTEN, J. O. M. **Patógenos em sementes: detecção, danos e controle químico**. São Paulo: Ciba Agro, cap.3, p.115-136, 1995.

MIRA, G. A.; GRAF, H.; CÂNDIDO, M. B. Visão retrospectiva em fibras alimentares com ênfase em beta-glucanas no tratamento de diabetes. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 45, n. 1, jan./mar., 2009.

MONDO, V. H. V. et al. Vigor de sementes e desempenho de plantas de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 1 p. 143-155, 2012.

MUNDSTOCK, C. M.; BREDEMEIER, C. **Qualidade de grãos de milho**. Porto Alegre: UFRGS, 2006. 112p.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES. 1999. 218p.

NEDEL, J. L. Fundamentos da qualidade de sementes. In: PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. 3. ed. Pelotas: UFPel, 2012. 573 p.

NOAL, G. **Metodologia para avaliação da qualidade fisiológica e identificação do ponto de colheita de sementes de cultivares crioulas de milho**. 2013, 79 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Santa Maria, 2013.

PAES, M. C. D. **Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA, 2006, (Circular técnica, 75). Disponível em: http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/2006/circular/Circ_75.pdf. Acesso em: 09.09.2011.

PAES, M. C. D. **Milho**: a evolução do seu consumo na dieta humana através dos povos e do tempo. Sete Lagoas: EMBRAPA, 2011 (Jornal Eletrônico da Embrapa Milho e Sorgo). Disponível em: http://www.cnpms.embrapa.br/grao/30_edicao/grao_em_grao_artigo_01.htm Acesso em: 02 ago. 2013.

PEREIRA, O. P. – Tratamento de sementes de milho no Brasil. In: **Patógenos em sementes: Detecção, danos e controle químico**. São Paulo. CibaAgro, 321p. 1995.

PICOLLI, L.; CIOCCA, M. L. S. Determinação de fibra total, insolúvel e solúvel em grãos de cereais. In: Reunião Anual da sociedade Brasileira de Zootecnia – Juiz de fora. **Resumos...**, p. 184-186, 1997.

PINTO, A. T. B. **Caracterização de variedades de milho crioulo cultivadas na região dos campos gerais para utilização agroindustrial**. 2006. 105p. Dissertação (Mestrado em Ciência e tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2009.

PINTO, A. T. B.; et al. Characterization of corn landraces planted grown in the Campos Gerais region (Paraná, Brazil) for industrial utilization. **Brazilian Archives of Biology and Technology**. v. 52, n. special: pp. 17-28, nov., 2009.

PORTELA, J. A.; EICHELBERGER, L. **Secagem de grãos**. Passo Fundo – Embrapa Trigo, 2001.

RODRIGUES, P. B. et al. Valores energéticos do milheto, do milho e subprodutos do milho, determinados com frangos de corte e galos adultos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 6, p. 1767-1778, 2001.

ROLIM, R. R. et al. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho crioulo através do teste de germinação e condutividade elétrica. Universidade Federal do Ceará, Campus Cariri. In: IV Encontro Universitário da UFC no Cariri Juazeiro do Norte-CE, **Anais...**, 17 - 19 dez., 2012.

SILVA, L. P.; CIOCCA, M. L. S. Total, insoluble and soluble dietary fiber values measured by enzymatic–gravimetric method in cereal grains. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.18, n.1, p. 113–120, fev., 2005.

SOUSA, P. H. M.; SOUZA NETO, M. A.; MAIA, G. A. Componentes funcionais nos alimentos. **Boletim de SBCTA**, v.3, n.2, p. 127-135, jul./dez., 2003.

VIEIRA, R. D.; et al. Efeito de genótipos de feijão e de soja sobre os resultados da condutividade elétrica de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 18, n. 2, p. 220-224, 1996.

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

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, cap.4, p.4-26, 1999.

WARPECHOWSKI, M. B. **Efeito da fibra insolúvel da dieta sobre a passagem no trato gastrointestinal de aves intactas, cecotomizadas e fistuladas no íleo terminal**. 1996. 125p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.

Capítulo 2 – Qualidade fisiológica, sanitária e composição química de sementes de variedades crioulas de milho armazenadas em diferentes condições

INTRODUÇÃO

A qualidade das sementes sofre grande influência das condições nas quais permanecem armazenadas entre a colheita e a semeadura. Durante o armazenamento, a temperatura e a umidade relativa do ar são os principais fatores que influenciam a qualidade fisiológica da semente, especialmente o vigor (TORRES, 2005). A umidade relativa do ar tem relação com o teor de água das sementes, além de controlar a ocorrência dos diferentes processos metabólicos, enquanto a temperatura influencia a velocidade dos processos bioquímicos e, assim, interfere indiretamente no teor de água das sementes (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

O armazenamento é fundamental para a preservação da qualidade física, fisiológica e sanitária preservando a semente, bem como fornecendo sementes destinadas a pesquisas científicas e à agricultura (MEDEIROS; EIRA, 2006). O armazenamento quando realizado em condições adequadas pode minimizar a velocidade de deterioração, permitindo a conservação da qualidade fisiológica das sementes por um período mais longo do que o obtido em condições naturais (FIGLIOLIA; PINÃ-RODRIGUES, 1995).

Durante o armazenamento, com o aumento da idade das sementes, há o envelhecimento natural que provoca, também, deterioração, a qual continua até que as mesmas deixam de ser viáveis. Se as condições de armazenamento não forem adequadas, os lotes de sementes que estão sofrendo uma rápida deterioração apresentam perda da qualidade fisiológica o que é difícil de diferenciar em um processo normal de armazenamento (BAUDET, 2012).

A deterioração envolve uma série de alterações fisiológicas, bioquímicas e físicas que, eventualmente, causam a morte da semente. As alterações são progressivas e determinadas por fatores genéticos, bióticos e abióticos (clima, insetos, micro-organismos), procedimentos de colheita, secagem, beneficiamento,

manuseio e armazenamento (BAUDET, 2012; VILLELA; PERES, 2004).

Em relação à composição química das sementes armazenadas, Marcos Filho (2005) afirmou que a mesma se altera, em intensidade e velocidade variáveis à medida que progride a deterioração. Esse processo envolve, por exemplo, alterações em substâncias de reserva, da taxa respiratória, da síntese e atividade de enzimas, todas com influência direta na composição química das sementes.

A composição química quantitativa das sementes é definida geneticamente, apesar de poder ser, até certo ponto, influenciada pelas condições a que foram submetidas as plantas que as originaram. Desta forma, observam-se variações em função das espécies, da variedade, da fisiologia do florescimento, da nutrição e das condições ambientais (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). As condições ambientais prevalentes durante a formação da semente, bem como práticas culturais (ex.: adubação e épocas de semeadura) podem provocar modificações na composição química das sementes (BAUDET, 2012).

Segundo Baudet (2012), a composição química da semente está intimamente relacionada com seu potencial de armazenamento sendo que as sementes oleaginosas deterioram-se mais rapidamente do que as amiláceas. A redução nos conteúdos de carboidratos, proteínas, lipídios e vitaminas durante o período em que as sementes estão armazenadas pode provocar perdas de material orgânico, da matéria seca, bem como do valor comercial e nutricional das sementes de milho (FLEURAT-LESSARD, 2002).

Além disso, o armazenamento sem a prévia e eficiente secagem favorece o desenvolvimento de fungos que provocam deteriorações e reduzem a qualidade das sementes (ELIAS et al., 2002). A associação de fungos às sementes pode afetar a qualidade fisiológica das mesmas com redução da germinação e vigor e nas sementes podem desenvolver-se e liberar micotoxinas que causam intoxicações nos animais e no homem (ELIAS et al., 2002; MENTEN, 1995; SANTOS, 2008).

As perdas qualitativas causadas pela alteração da cor das sementes, degradação de proteínas, de carboidratos, de açúcares e a produção de micotoxinas afetam a qualidade das sementes armazenadas, ocasionando desvalorização do produto e ameaça à saúde humana (PIMENTEL et al., 2011).

A capacidade de preservação da qualidade, da sanidade e do valor nutritivo das sementes, durante o período de armazenagem, não depende somente das

condições de produção e de colheita, mas das de armazenamento e de manutenção das condições adequadas de estocagem do produto (ELIAS et al., 2002).

Em relação às sementes de milho, muitos fatores podem influenciar a composição química, tais como origem, variedade, processamento, ataque de pragas e doenças. Este cereal é facilmente atacado por pragas que alteram sua composição química e, em consequência, seu valor nutritivo, sendo que em condições inadequadas de armazenamento ocorre aumento da umidade das sementes, o que propicia o desenvolvimento dos fungos (MAZUCCO et al., 2002).

A detecção da deterioração das sementes por intermédio de testes de vigor pode ser entendida como componente importante na avaliação da qualidade fisiológica, contribuindo na solução de problemas da indústria de sementes, tal como o armazenamento. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade física, fisiológica, sanitária e a composição química de sementes de variedades crioulas de milho quando armazenadas em diferentes condições.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório Didático e de Pesquisa em Sementes e no Laboratório de Fitopatologia da Universidade Federal de Santa Maria, RS.

Foram utilizados lotes de sementes de milho não tratadas provenientes da Associação de Guardiões de Sementes Crioulas do município de Ibarama (29°25'10"S, 53°08'05"W e altitude de 317m), localizado na microrregião Centro-Serra do Rio Grande do Sul, produzida na mesma região e nas mesmas condições de ambiente e temperatura (clima subtropical úmido). Foram utilizadas três variedades crioulas de milho, denominadas *Oito carreiras*, *Cabo roxo* e *Lombo baixo* (safra 2011/2012) e sementes de milho híbrido S-395 (controle), tratadas com metalaxyl-m + fludioxonil (1000 mL/ton), pirimophos-metil (20 mL/ton) e bifentrina (20 mL/ton), provenientes da empresa Semilha Agronegócios (Coxilha, RS) da safra 2011/2012. As sementes de milho híbrido foram utilizadas como controle, representando as sementes que frequentemente são utilizadas por produtores.

As sementes de milho foram armazenadas, durante nove meses, em duas condições:

Condição 1 (C₁): em saco de papel, à temperatura de 10°C, em ambiente de laboratório.

Condição 2 (C₂): em embalagem plástica, à temperatura ambiente, no município de Santa Maria – RS, região climática da Depressão Central, a uma altitude de 116m, latitude 29°42'24"S e longitude 53°48'42"W. O clima da região, segundo a classificação de KÖEPPEN (MORENO, 1961) é do tipo Cfa (clima subtropical úmido).

As médias das condições de umidade e temperatura na cidade de Santa Maria (RS) no período de junho/2012 a maio/2013 são apresentadas na figura 1.

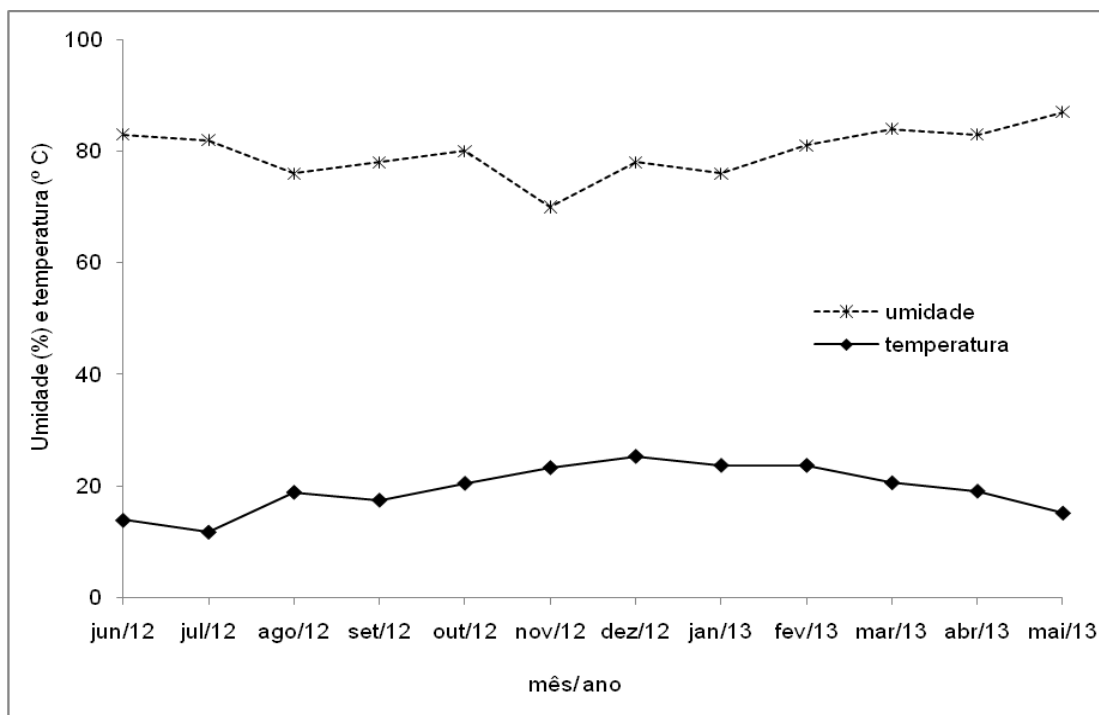


Figura 1 - Umidade e temperatura média para a cidade de Santa Maria (RS) no período de junho/2012 a maio/2013. Fonte: Adaptado do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP).

A qualidade física, fisiológica e sanitária foi avaliada a cada três meses, nas duas condições de armazenamento, pelos seguintes testes:

Teor de água

Determinado pelo método da estufa a $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$, por 24 horas, utilizando duas amostras de sementes, conforme recomendação de Brasil (2009), sendo os resultados expressos em percentagem.

Teste de germinação

O teste foi conduzido a 25°C , com oito repetições de 50 sementes, distribuídas em rolo de papel umedecido com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato. As contagens foram realizadas aos sete dias após a semeadura e os resultados expressos em percentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009).

Primeira contagem de germinação

Realizada conjuntamente com o teste de germinação, onde se determinou a percentagem de plântulas normais no quarto dia após a instalação do teste (BRASIL, 2009), com exceção da variedade *Oito carreiras* (quinto dia), conforme resultados obtidos no capítulo 1 (Tabela 1).

Envelhecimento acelerado

O teste foi conduzido utilizando caixas plásticas transparentes, que tinham em seu interior suportes para apoio de uma tela metálica. Na superfície dessas telas foram distribuídas as sementes, de maneira a formarem uma camada sobre a tela. No interior das caixas foram colocados 40 mL de água, a fim de manter o controle da umidade relativa do ar no seu interior. As caixas tampadas foram mantidas em germinador regulado à temperatura de 45°C (BITTENCOURT et al., 2012; BITTENCOURT; VIEIRA, 2006) por 96 horas. Ao término deste período, as sementes foram colocadas para germinar utilizando oito repetições de 50 sementes. A contagem foi realizada no quarto dia após a semeadura, exceto na variedade *Oito carreiras* (quinto dia*), sendo os resultados expressos em percentagem de plântulas normais. *De acordo com os resultados da tabela 1, capítulo 1.

Teste de frio

O teste foi conduzido com oito repetições de 50 sementes distribuídas em rolos de papel umedecidos com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel. Os rolos foram colocados no interior de sacos plásticos, sendo mantidos em câmara regulada à temperatura de 10°C, durante sete dias. Após esse período foram transferidos para um germinador com temperatura de 25°C, onde permaneceram por cinco dias. Os resultados foram expressos em percentagem de plântulas normais (BARROS et al., 1999).

Teste de sanidade

Para o teste de sanidade, foram utilizadas 400 sementes divididas em oito repetições de 50 sementes, distribuídas em caixas plásticas transparentes (gerbox), forradas com duas folhas de papel filtro esterilizadas e umedecidas com água destilada esterilizada. A incubação foi realizada em câmara com temperatura controlada de $22 \pm 3^{\circ}\text{C}$ e fotoperíodo de 12 horas, durante 7 dias, quando ocorreu a avaliação e identificação de fungos, com auxílio de microscópio estereoscópio e óptico e consulta de bibliografia especializada (BARNETT; HUNTER, 1999).

Composição química

No início e no final do período de armazenamento foram determinadas a matéria seca em estufa a 105°C ; cinzas em mufla a 550°C ; proteína pelo método de micro-Kjeldahl ($N \times 6,25$), de acordo com as técnicas descritas na AOAC (1995); lipídios totais pelo método de extração a frio (BLIGH; DYER, 1959); teor de fibra alimentar total, fibra solúvel e fibra insolúvel, de acordo com o método enzimico-gravimétrico n° 985.29 e n° 991.42 (AOAC, 1995) e ácidos graxos (cromatografia gasosa).

Para a determinação do perfil de ácidos graxos utilizou-se o método de Bligh e Dyer (1959) para a extração dos lipídios das amostras. Posteriormente os lipídios foram esterificados segundo método de Hartman e Lago (1973). Os ésteres formados foram então analisados através de cromatógrafo a gás Agilent Technologies, série 6890N, equipado com coluna capilar (Supelco SP2560, Sigma-Aldrich) de sílica fundida (100m de comprimento x 0,25mm diâmetro interno x 0,2 μm de espessura do filme) e detector por ionização de chama (FID). A programação de aquecimento da coluna foi iniciada com 170°C por 2 minutos e aumento gradual de 3°C por minuto até a temperatura final de 240°C , permanecendo assim por 7 minutos. Nitrogênio foi usado como gás de arraste a $0,9 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$. O volume de amostra injetada (modo split) foi de $1\mu\text{L}$. A temperatura usada para o detector (FID) foi de 280°C . Os ácidos graxos foram identificados por comparação com os tempos de retenção de padrões de referência (Supelco 37 FAME Mix, ref. 47885-U, Sigma,

Bellefonte, EUA). Os tempos de retenção e as áreas foram computados automaticamente pelo software GC Solution.

A fração de carboidratos não fibrosos (CNF) foi calculada pela fórmula (Mayer et al., 2007):

$$\%CNF = 100 - (\%P + \%EE + \%Cz + \%FT)$$

Onde: P = proteína; EE = extrato etéreo; Cz = cinzas; FT = fibra total.

Os dados analíticos foram obtidos em duplicata e seus valores finais foram calculados para base seca.

Análise estatística

Para análise estatística, foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com os tratamentos arranjos em fatorial 2x4 (condição x período de armazenamento). As comparações entre as médias dos tratamentos foram efetuadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade e, quando constatado efeito significativo, foi efetuada a análise de regressão. Utilizou-se para a análise dos dados o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000). As variáveis cujos resultados foram expressos em percentagem tiveram seus dados transformados em $\text{arc sen } \sqrt{x/100}$.

Para a análise estatística da composição química das sementes no armazenamento, foi calculada, entre as variedades, a média de cada variável. Cada variedade foi considerada como um bloco, cada bloco como um tratamento (condição de armazenamento x tempo). As comparações entre as médias dos tratamentos foram efetuadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Os dados provenientes dos testes de germinação foram submetidos à análise de correlação simples (r) entre os dados de sanidade e composição química, separadamente para cada variedade. Também, foi realizada a análise de correlação simples somente entre os dados de sanidade e de composição química. A significância dos valores de r foi determinada pelo teste t em 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Avaliação da qualidade física, fisiológica das sementes de milho

Durante os nove meses, nas duas condições de armazenamento, o teor de água das sementes não ultrapassou o valor de 13% (Tabela 1). De acordo Baudet (2012), o fator mais importante que afeta a conservação das sementes é o seu teor de água que não deve ultrapassar 13% em sementes armazenadas.

Neste trabalho, observam-se semelhanças no teor de água das sementes, em cada período, que podem ser atribuídas à abertura das embalagens a cada avaliação. Este procedimento pode ter permitido a entrada de umidade do ar, consequentemente, influenciando o teor de água das sementes de milho. De acordo com Baudet (2012), as sementes são higroscópicas, possuindo a capacidade de trocar umidade com o ambiente que as rodeia. Assim, em um ambiente úmido, as sementes secas absorverão umidade do ar e, inversamente, as sementes úmidas em um ambiente seco perderão umidade para o ar. Por outro lado, as alterações de umidade em sementes também podem ser atribuídas ao metabolismo dos próprios fungos, quando presentes, e à ação simples ou combinada da umidade somada ao efeito nocivo dos fungos que podem afetar a germinação das sementes (MORENO-MARTINEZ et al., 1985).

Tabela 1 – Teor de água (%) das sementes de milho em diferentes períodos e condições de armazenamento. Santa Maria, RS, 2014.

Variedade	Condição 1				Condição 2		
	Inicial	3 meses	6 meses	9 meses	3 meses	6 meses	9 meses
Oito carreiras	13	11	10	8	13	12	12
Cabo roxo	14	11	10	9	13	12	12
Lombo baio	13	11	9	9	13	13	13
S-395	13	11	9	9	12	11	12

Em relação à qualidade fisiológica das sementes de milho, observa-se que a germinação e o vigor foram reduzidos de forma significativa, durante os nove meses, nas duas condições de armazenamento, nos lotes das três variedades crioulas e na S-395 (Figuras 2, 3, 4 e 5). As equações de regressão observadas na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho submetidas a diferentes períodos e condições de armazenamento são apresentadas nas tabelas 2, 3, 4 e 5.

No lote da variedade *Oito carreiras*, observa-se que a qualidade fisiológica das sementes diminuiu com o período de armazenamento (Figura 2). O armazenamento na condição 1 (saco de papel, à temperatura de 10°C) apresentou os maiores valores de plântulas normais em relação ao armazenamento na condição 2 (embalagem plástica, temperatura ambiente) nos testes de envelhecimento acelerado e frio.

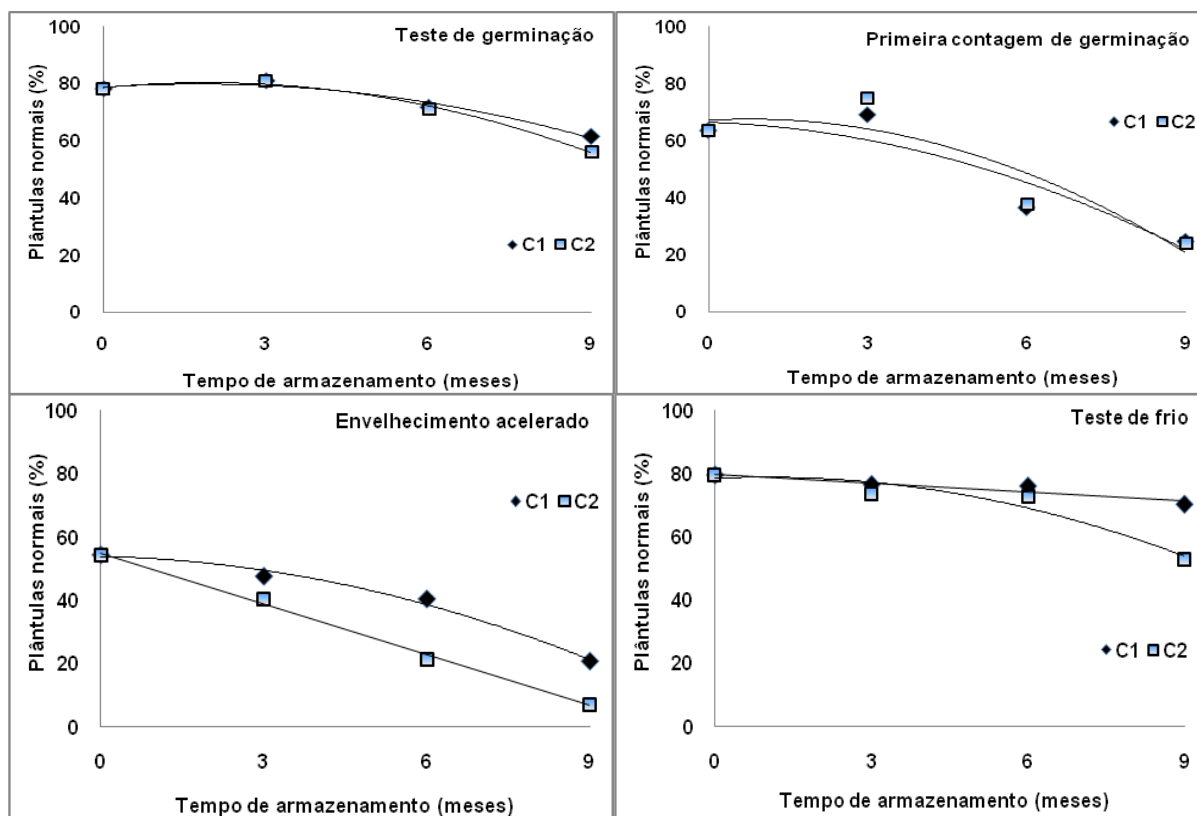


Figura 2 - Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho, variedade *Oito carreiras*, submetidas a diferentes períodos e condições de armazenamento (C₁: saco de papel, temperatura de 10°C e C₂: embalagem plástica, temperatura ambiente).

Tabela 2 - Equações de regressão observadas na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho, variedade *Oito carreiras*, submetidas a diferentes períodos e condições de armazenamento. Santa Maria, RS, 2014.

Variável	Condição	Equação (p < 5%)	R ²
Teste de germinação	Condição 1	$y = -0,36x^2 + 1,27x + 78,76$	0,97
	Condição 2	$y = -0,48x^2 + 1,86x + 78,6$	0,99
Primeira contagem	Condição 1	$y = -0,48x^2 - 0,63x + 66,43$	0,87
	Condição 2	$y = -0,69x^2 + 1,07x + 67,13$	0,83
Envelhecimento acelerado	Condição 1	$y = -0,36x^2 - 0,37x + 53,89$	0,98
	Condição 2	$y = -5,36x + 55,06$	0,99
Teste de frio	Condição 1	$y = -0,93x + 79,99$	0,89
	Condição 2	$y = -0,38x^2 + 0,76x + 78,5$	0,93

No lote da variedade *Cabo roxo*, a qualidade fisiológica das sementes diminuiu com o período de armazenamento, fato este comprovado mais precisamente pelo teste de envelhecimento acelerado (Figura 3). Em todos os testes realizados houve diferença significativa entre as duas condições de armazenamento. O armazenamento na Condição 1 apresentou os maiores valores de plântulas normais em relação ao armazenamento na Condição 2, exceto para os resultados do teste de primeira contagem de germinação.

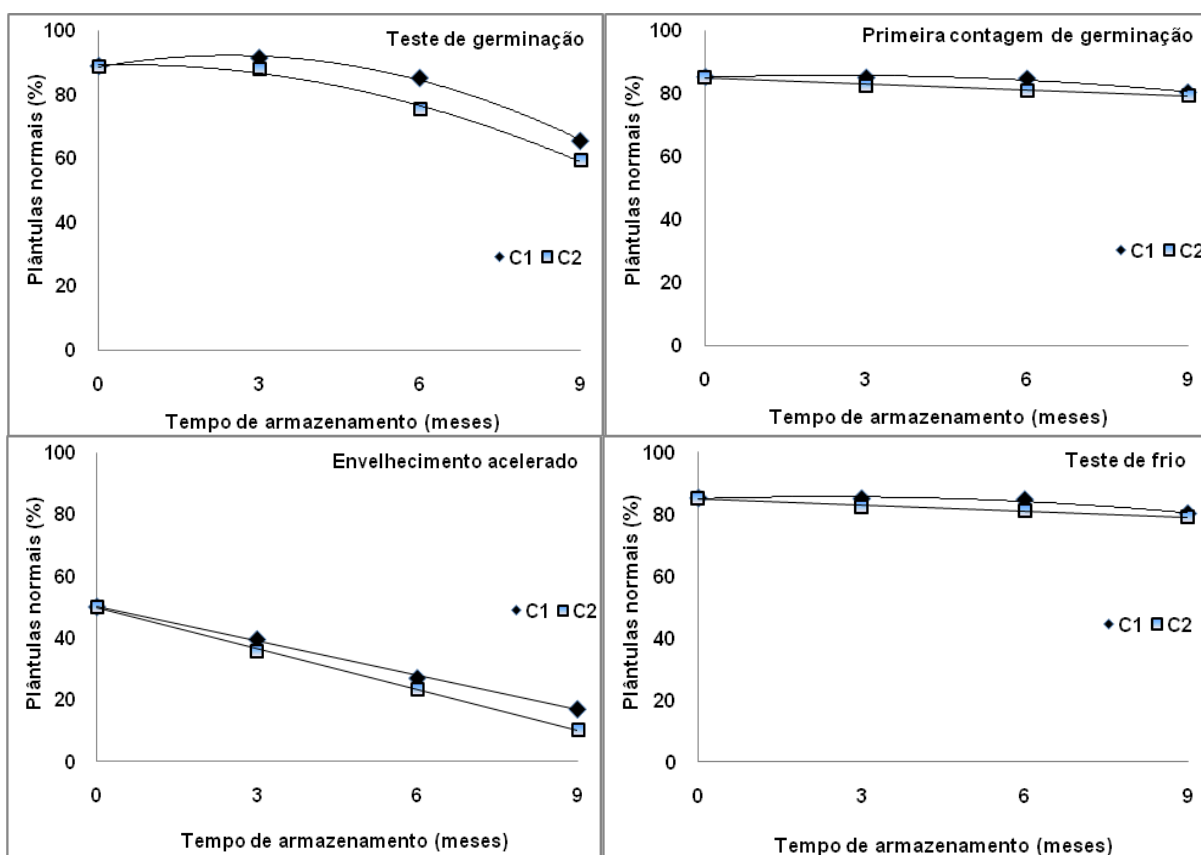


Figura 3 - Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho, variedade *Cabo roxo*, submetidas a diferentes períodos e condições de armazenamento (C₁: saco de papel, temperatura de 10°C e C₂: embalagem plástica, temperatura ambiente).

Tabela 3 - Equações de regressão observadas na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho, variedade *Cabo roxo*, submetidas a diferentes períodos e condições de armazenamento. Santa Maria, RS, 2014.

Variável	Condição	Equação (p< 5%)	R ²
Teste de germinação	Condição 1	$y = -0,61x^2 + 2,97x + 88,47$	0,99
	Condição 2	$y = -0,41x^2 + 0,38x + 89,1$	0,99
Primeira contagem	Condição 1	$y = -0,81x^2 + 4,07x + 54,27$	0,91
	Condição 2	$y = -0,70x^2 + 3,67x + 55,57$	0,71
Envelhecimento acelerado	Condição 1	$y = -3,71x + 50,1$	0,99
	Condição 2	$y = -4,39x + 49,56$	0,99
Teste de frio	Condição 1	$y = -0,11x^2 + 0,56x + 84,99$	0,95
	Condição 2	$y = -0,64x + 84,78$	0,96

Na figura 4, pode ser observado que, com o aumento do período de armazenamento, houve um declínio da percentagem de plântulas normais no lote da variedade *Lombo baio*. Da mesma forma, no teste de envelhecimento acelerado, observou-se a maior queda na percentagem de plântulas normais e alta percentagem de sementes mortas (dados não publicados), nas duas condições de armazenamento, sendo os maiores valores encontrados nas sementes armazenadas na condição 2.

O armazenamento na condição 1 (saco de papel, temperatura de 10°C) apresentou os maiores valores de plântulas normais em relação ao armazenamento na condição 2 (embalagem plástica, temperatura ambiente), exceto no teste de germinação.

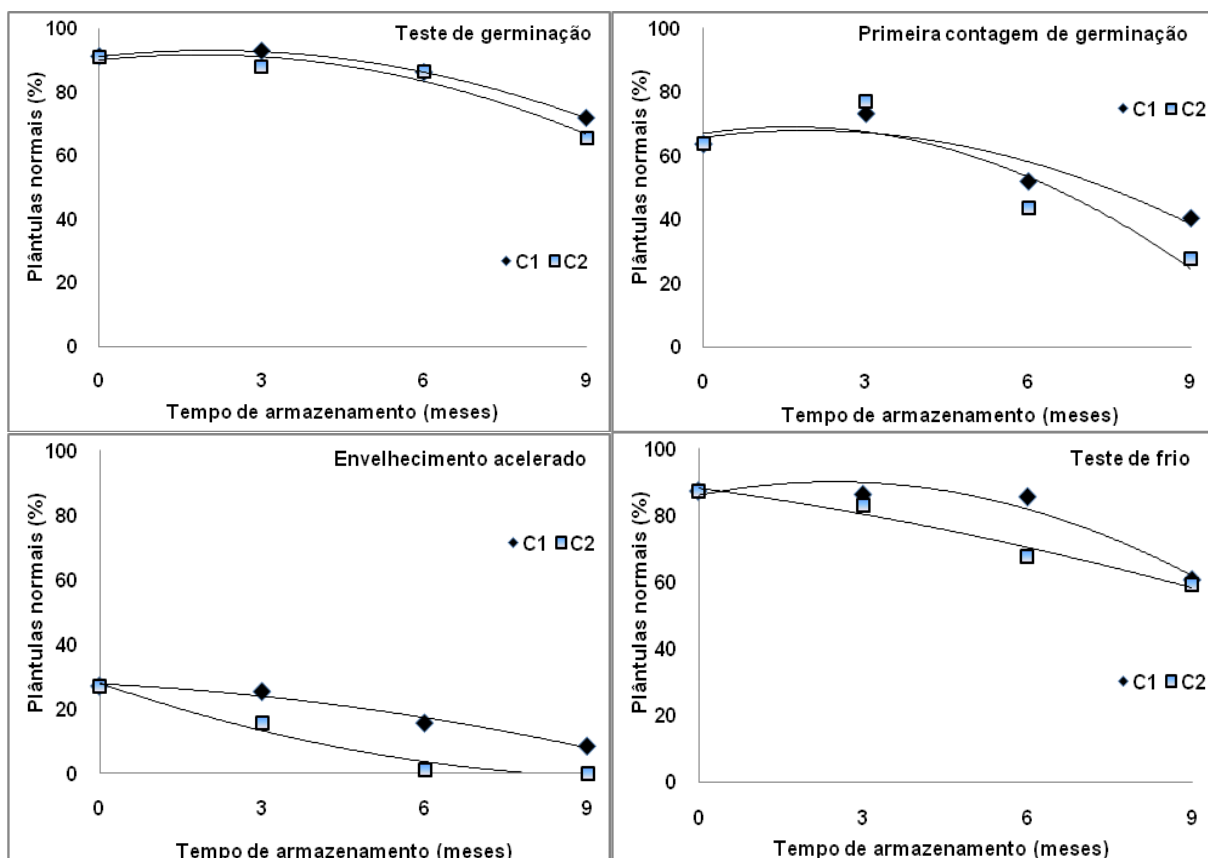


Figura 4 - Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho, variedade *Lombo baio*, submetidas a diferentes períodos e condições de armazenamento (C₁: saco de papel, temperatura de 10°C e C₂: embalagem plástica, temperatura ambiente).

Tabela 4 - Equações de regressão observadas na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho, variedade *Lombo baio*, submetidas a diferentes períodos e condições de armazenamento. Santa Maria, RS, 2014.

Variável	Condição	Equação (p < 5%)	R ²
Teste de germinação	Condição 1	$y = -0,61x^2 + 2,97x + 88,47$	0,99
	Condição 2	$y = -0,41x^2 + 0,38x + 89,1$	0,99
Primeira contagem	Condição 1	$y = -0,81x^2 + 4,07x + 54,27$	0,91
	Condição 2	$y = -0,7x^2 + 3,67x + 55,57$	0,71
Envelhecimento acelerado	Condição 1	$y = -3,71x + 50,1$	0,99
	Condição 2	$y = -4,39x + 49,56$	0,99
Teste de frio	Condição 1	$y = -0,11x^2 + 0,56x + 84,99$	0,95
	Condição 2	$y = -0,64x + 84,78$	0,96

No lote de sementes de milho S-395 observa-se que o vigor das sementes diminuiu com o período de armazenamento (Figura 5). No teste de germinação não houve diferença significativa nos diferentes períodos e condições de armazenamento. O armazenamento em saco de papel, à temperatura de 10°C (condição 1) apresentou os maiores valores de plântulas normais em relação ao armazenamento em embalagem plástica, à temperatura ambiente (condição 2) nos testes de primeira contagem de germinação e envelhecimento acelerado.

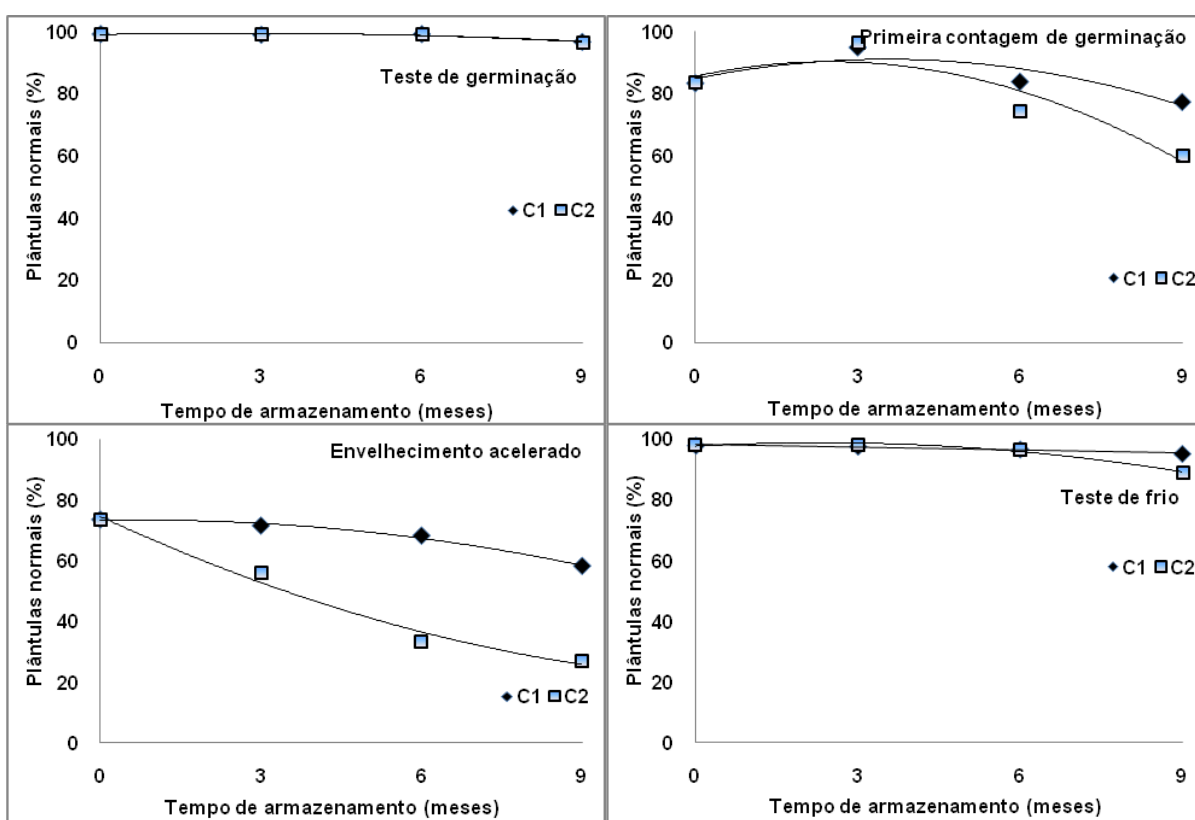


Figura 5 - Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho (S-395), submetidas a diferentes períodos e condições de armazenamento (C₁: saco de papel, temperatura de 10°C e C₂: embalagem plástica, temperatura ambiente).

Tabela 5 - Equações de regressão observadas na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho híbrido S-395, submetidas a diferentes períodos e condições de armazenamento. Santa Maria, RS, 2014.

Variável	Condição	Equação ($p < 5\%$)	R ²
Teste de germinação	Condição 1	$y = -0,06x^2 + 0,33x + 99,04$	0,89
	Condição 2	$y = -0,06x^2 + 0,36x + 99,03$	0,89
Primeira contagem	Condição 1	$Y = -0,5x^2 + 3,53x + 84,85$	0,77
	Condição 2	$y = -0,75x^2 + 3,76x + 85,63$	0,86
Envelhecimento acelerado	Condição 1	$Y = -0,22x^2 + 0,36x + 73,23$	0,98
	Condição 2	$y = 0,30x^2 - 8,19x + 74,62$	0,98
Teste de frio	Condição 1	$y = -0,31x + 98,31$	0,92
	Condição 2	$y = -0,21x^2 + 0,98x + 97,74$	0,97

De acordo com Baudet (2012), um fator que deve ser levado em consideração na queda significativa da germinação das sementes armazenadas é a deterioração natural das sementes, que é um processo irreversível. Essa deterioração não pode ser evitada, mas pode ser controlada, através do armazenamento adequado, que pode preservar as características genéticas das sementes até que sejam semeadas (NODARI et al., 1998).

Conforme Marcos Filho (2005), as manifestações fisiológicas durante o processo de deterioração das sementes podem provocar o declínio da velocidade de germinação e de emergência; o decréscimo do potencial de conservação durante o armazenamento; a diminuição da resistência à ação de micro-organismos; o aumento da taxa de anormalidade de plântulas, associadas à morte de tecidos ou a distúrbios durante o crescimento; a redução da porcentagem de germinação, entre outros.

Além disso, Martin e Lago (2008) salientam que a umidade e a temperatura tem grande influência na conservação da semente, influenciando as reações bioquímicas que regulam o metabolismo envolvido no processo, fatores esses que são determinados pela embalagem e condição de armazenamento. Desta forma, os tipos de embalagens utilizadas estão sujeitas à influência das variações das condições ambientais externas, o que pode ocasionar perdas de qualidade das

sementes armazenadas.

A embalagem a ser utilizada e o ambiente onde será realizado o armazenamento das sementes são importantes, considerando que a deterioração também está associada às características dos recipientes que contêm as sementes (dependendo da maior ou menor facilidade para as trocas de vapor d'água entre as sementes e a atmosfera) e das condições do ambiente em que as mesmas permanecem armazenadas. Assim, tendo em vista que existem três tipos de embalagens, classificadas quanto à possibilidade de trocas de vapor d'água com o ar atmosférico (permeáveis, semipermeáveis e impermeáveis), a escolha destas depende da espécie, do teor de água das sementes, das condições e do período de armazenamento, uma vez que o tipo de embalagem utilizada exerce grande influência na preservação da qualidade da semente durante o armazenamento (BAUDET, 2012; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; ELIAS et al., 2002; FREITAS, 2009; LORINI, 2002; MARCOS FILHO, 2005; PARRELLA, 2011; SILVA et al., 2008; VILLELA; PERES, 2004).

Neste trabalho, a condição de armazenamento na condição 1 (saco de papel, temperatura de 10°C) não evitou a deterioração das sementes de milho, mas foi significativamente mais eficiente na preservação da qualidade da semente em relação à condição 2 (embalagem plástica, temperatura ambiente). De acordo com Baudet (2012), o armazenamento de sementes em condições de ambiente controlado (temperatura e umidade relativa do ar) permite conservá-las por longos períodos de tempo. Porém, a redução do vigor dependerá do espaço de tempo que as sementes ficarão armazenadas, do tipo de semente e das condições de armazenamento.

Os resultados deste trabalho estão de acordo com as informações encontradas na literatura que consideram que o objetivo principal do armazenamento das sementes é manter sua qualidade, desde que atingem a maturidade fisiológica até quando serão semeadas, considerando que, em todo esse período, esta qualidade não poderá ser melhorada, nem mesmo sob condições ideais (BAUDET, 2012; FREITAS, 2009; VILLELA; PERES, 2004).

Silva et al. (2010), entre outras pesquisas, concluíram que o armazenamento de sementes de milho é viável em pequenas propriedades rurais em embalagem impermeável e a qualidade fisiológica das sementes analisadas diminuiu ao longo do

período de armazenamento, independentemente do tipo de embalagem utilizada. Além disso, as sementes armazenadas em embalagens permeáveis apresentaram os menores índices de qualidade (germinação e vigor) ao final do período de armazenamento quando comparadas às embalagens semipermeável e impermeável.

Por outro lado, Antonello et al. (2009) afirmam que o comportamento das sementes de variedades crioulas de milho durante o armazenamento, por um período de seis meses, depende da variedade e da embalagem utilizada. Outros resultados foram observados por Catão et al. (2013), onde o armazenamento de sementes de milho em embalagens plásticas, de uma forma geral, foi eficiente para a manutenção da qualidade fisiológica e, em menor proporção, na qualidade sanitária das sementes.

Outro aspecto que pode ter influenciado os resultados obtidos neste trabalho foi a temperatura a qual consiste em um fator muito importante no armazenamento. As variações de temperatura no ambiente durante o armazenamento das sementes em embalagem plástica, apesar de não terem sido quantificadas neste trabalho, podem ter sido demasiadamente elevadas, conseqüentemente, acelerando a respiração e afetando diretamente a velocidade das reações químicas, bem como a atividade de micro-organismos, conforme informações extraídas de Marcos Filho (2005), Parrella (2011) e Villela e Peres (2004).

2. Avaliação da qualidade sanitária das sementes de milho

Dentre os fungos detectados no teste de sanidade (Figuras 6, 7, 8 e Tabela 9), nas sementes de milho, observa-se alta incidência de fungos de campo como *Fusarium* spp. e fungos considerados de armazenamento como *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp. Estes resultados são semelhantes aos observados por Jorge (2001), em semente de milho. Outros fungos como *Rhizopus* spp., *Rhizoctonia* spp., *Trichoderma* spp., *Verticillium* spp., *Cladosporium* spp. e *Mucor* spp., também foram identificados, porém a ocorrência deu-se em poucas amostras e em baixas incidências. Resultados semelhantes também foram obtidos por Noal (2013) que verificou maior incidência de fungos dos três primeiros gêneros em sete variedades crioulas de milho, provenientes da cidade de Ibarama (RS), porém diferentes das pesquisadas neste trabalho.

As equações de regressão observadas na avaliação da sanidade de sementes de milho submetidas a diferentes períodos e condições de armazenamento são apresentadas nas tabelas 6, 7 e 8.

No lote da variedade *Oito carreiras*, a incidência de *Aspergillus* spp. e *Fusarium* spp. aumentou com o período de armazenamento, sendo os maiores valores encontrados para o primeiro fungo (Figura 6).

As sementes armazenadas na condição 1 (saco de papel, temperatura de 10°C) apresentaram menor incidência de fungos do gênero *Aspergillus* e maior incidência de *Fusarium* spp. e *Penicillium* spp. em relação às armazenadas na condição 2 (embalagem plástica, temperatura ambiente).

Nas sementes armazenadas em embalagens plásticas, a incidência inicial de *Aspergillus* spp. foi baixa (13%), aumentando até o nono mês (100%). Essa tendência pode explicar a redução na incidência de *Penicillium* spp. pela competição por substrato nutricional entre os dois gêneros fúngicos.

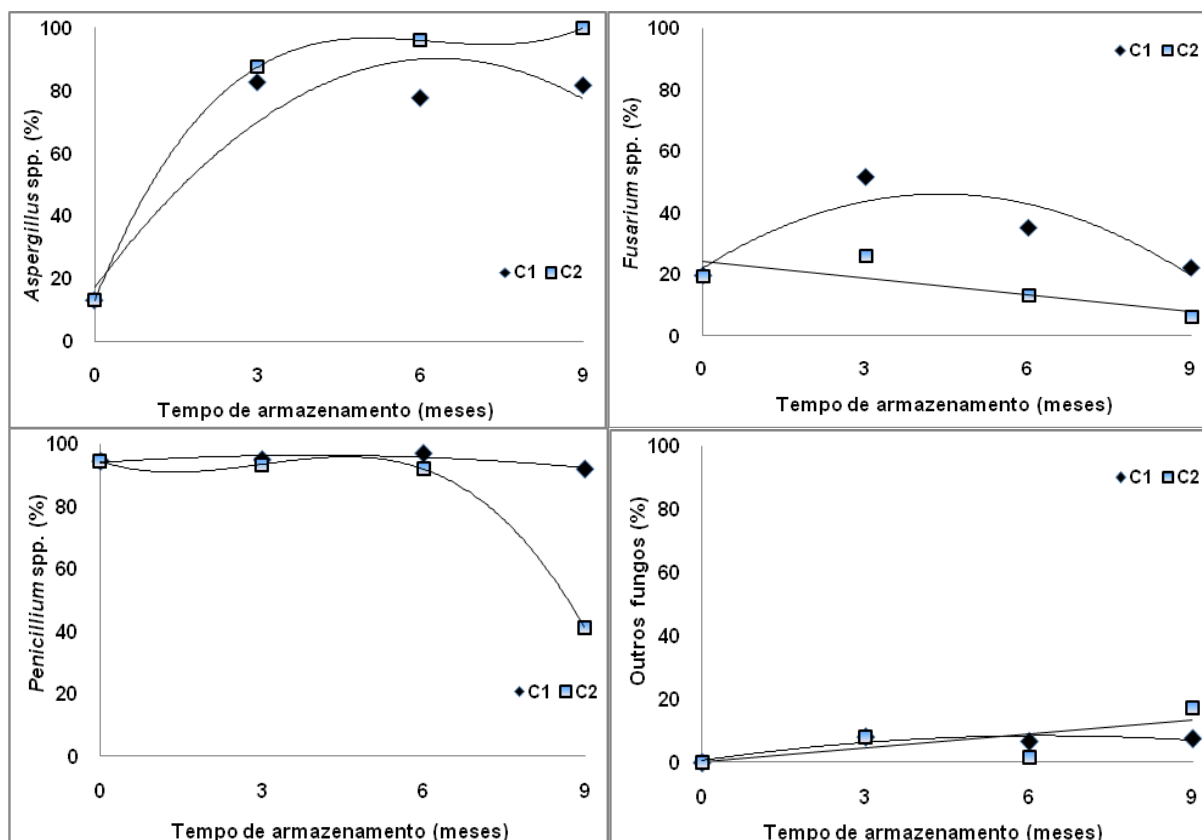


Figura 6 - Incidência de fungos em sementes de milho, variedade *Oito carreiras*, submetidas a diferentes períodos e condições de armazenamento (C₁: saco de papel, temperatura de 10°C e C₂: embalagem plástica, temperatura ambiente).

Tabela 6 - Equações de regressão observadas na avaliação da sanidade de sementes de milho, variedade *Oito carreiras*, submetidas a diferentes períodos e condições de armazenamento. Santa Maria, RS, 2014.

Variável	Condição	Equação ($p < 5\%$)	R ²
<i>Aspergillus</i> spp.	Condição 1	$y = -1,81x^2 + 23,05x + 17,17$	0,89
	Condição 2	$y = 0,37x^3 - 7,08x^2 + 42,66x + 13$	1
<i>Fusarium</i> spp.	Condição 1	$y = -1,25x^2 + 10,95x + 22,1$	0,79
	Condição 2	$y = -1,78x + 24,15$	0,64
<i>Penicillium</i> spp.	Condição 1	$y = 94,6$	-
	Condição 2	$y = -0,30x^3 + 2,69x^2 - 5,69x + 94,5$	1
Outros fungos	Condição 1	$y = -0,19x^2 + 2,47x + 0,58$	0,83
	Condição 2	$y = 1,48x - 0,05$	0,55

No lote das sementes de milho, variedade *Lombo baio*, a incidência de *Fusarium* spp., que inicialmente era em torno de 80%, diminuiu com o período de armazenamento, nas duas condições estudadas. Por outro lado, a incidência de *Penicillium* spp. foi alta durante os nove meses de armazenamento tanto na condição 1 como na condição 2 (Figura 7).

A elevada incidência de *Penicillium* spp., durante o armazenamento, pode estar relacionada com a baixa percentagem de *Aspergillus* spp. (de 1 a 28%) devido à competição pelo substrato nutricional entre os dois gêneros fúngicos.

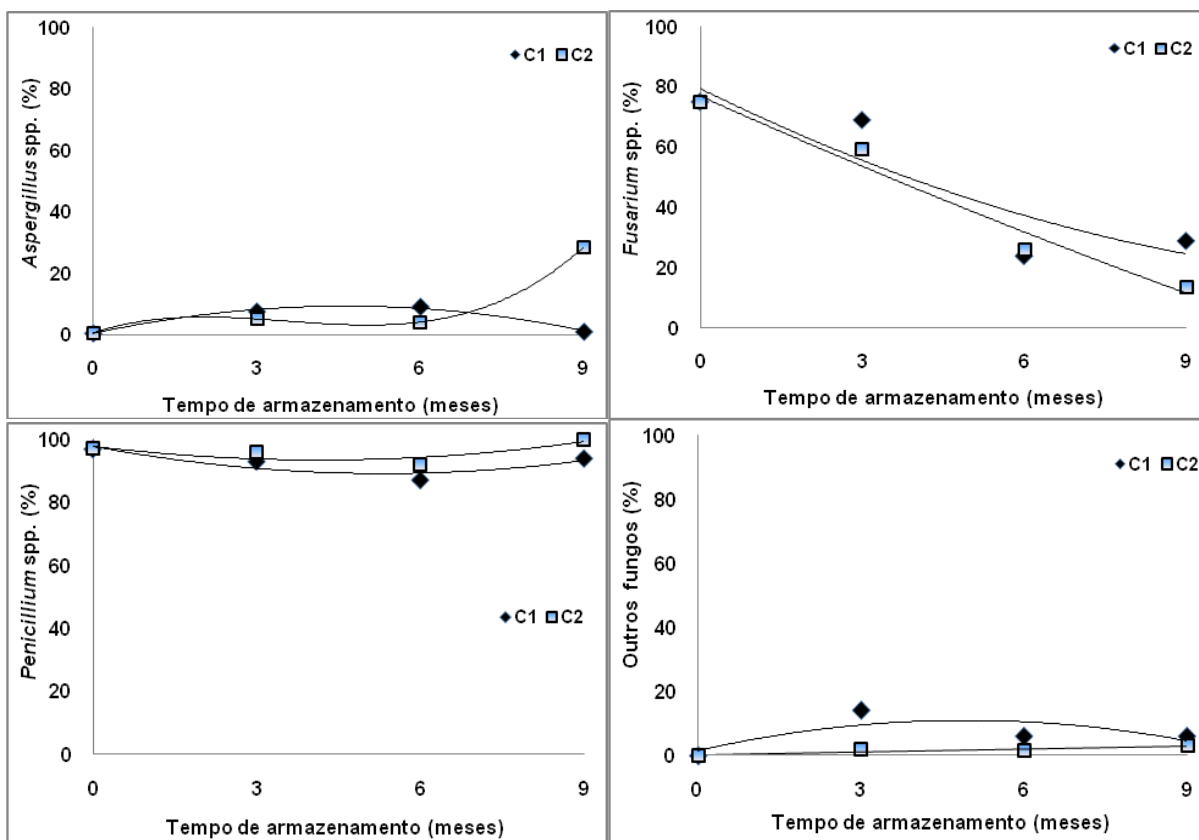


Figura 7 - Incidência de fungos em sementes de milho, variedade *Lombo baio*, submetidas a diferentes períodos e condições de armazenamento (C₁: saco de papel, temperatura de 10°C e C₂: embalagem plástica, temperatura ambiente).

Tabela 7 - Equações de regressão observadas na avaliação da sanidade de sementes de milho variedade *Lombo baio*, submetidas a diferentes períodos e condições de armazenamento. Santa Maria, RS, 2014.

Variável	Condição	Equação ($p < 5\%$)	R ²
<i>Aspergillus</i> spp.	Condição 1	$y = -0,41x^2 + 3,85x + 0,3$	0,98
	Condição 2	$y = 0,19x^3 - 2,02x^2 + 5,86x + 0,5$	1
<i>Fusarium</i> spp.	Condição 1	$y = 0,30x^2 - 8,85x + 79,45$	0,81
	Condição 2	$y = 0,08x^2 - 8,01x + 76,95$	0,96
<i>Penicillium</i> spp.	Condição 1	$y = 0,30x^2 - 3,25x + 97,75$	0,78
	Condição 2	$y = 0,25x^2 - 2,08x + 97,75$	0,65
Outros fungos	Condição 1	$y = -0,38x^2 + 3,83x + 1,5$	0,54
	Condição 2	$y = 1,63$	-

As sementes do lote de milho S-395 armazenadas em saco de papel, à temperatura de 10°C (C₁) apresentaram menor incidência de fungos do gênero *Fusarium* em relação às armazenadas em embalagem plástica, à temperatura ambiente (C₂) (Figura 8).

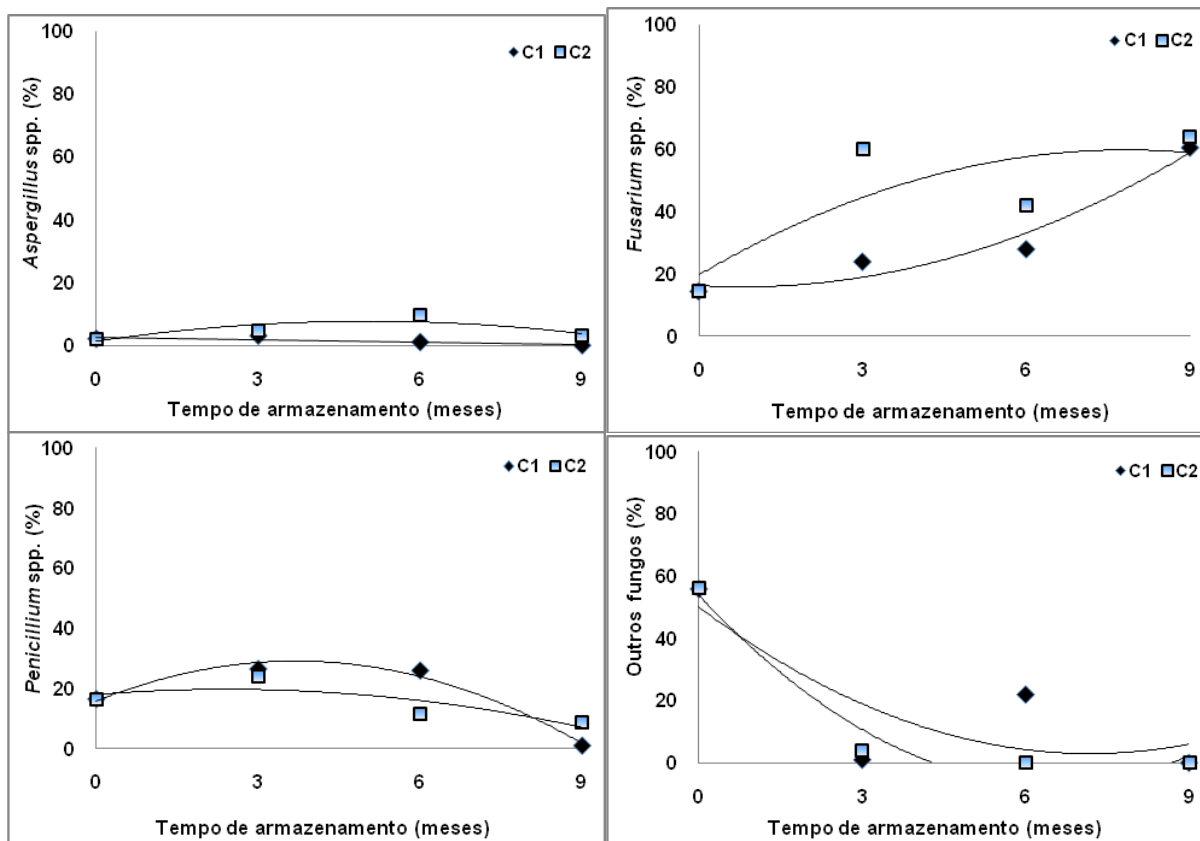


Figura 8 - Incidência de fungos em sementes de milho S-395, submetidas a diferentes períodos e condições de armazenamento (C₁: saco de papel, temperatura de 10°C e C₂: embalagem plástica, temperatura ambiente).

Tabela 8 - Equações de regressão observadas na avaliação da sanidade de sementes de milho híbrido S-395 submetidas a diferentes períodos e condições de armazenamento. Santa Maria, RS, 2014.

Variável	Condição	Equação (p< 5%)	R ²
<i>Aspergillus</i> spp.	Condição 1	$y = 1,5$	-
	Condição 2	$y = -0,25x^2 + 2,51x + 1,3$	0,70
<i>Fusarium</i> spp.	Condição 1	$y = 0,63x^2 - 1,01x + 16,2$	0,95
	Condição 2	$y = -0,65x^2 + 10,22x + 19,67$	0,64
<i>Penicillium</i> spp.	Condição 1	$y = -0,97x^2 + 7,18x + 15,8$	0,97
	Condição 2	$y = -0,29x^2 + 1,40x + 17,97$	0,68
Outros fungos	Condição 1	$y = 0,91x^2 - 13,15x + 50,05$	0,66
	Condição 2	$y = 1,44x^2 - 18,73x + 53,8$	0,95

No lote de sementes da variedade *Cabo roxo* armazenadas houve diferença significativa entre os diferentes períodos e condições de armazenamento. Ao longo dos seis meses de armazenamento, observa-se alta incidência de fungos do gênero *Penicillium* (Tabela 9).

A incidência de *Fusarium* spp. que inicialmente era alta, diminuiu significativamente ao longo do armazenamento. No armazenamento em embalagem plástica, à temperatura ambiente (C₂), houve maior incidência de fungos dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* em relação ao armazenamento em saco de papel, à temperatura de 10°C (C₁).

Tabela 9 - Incidência de fungos (%) em sementes de milho, variedade *Cabo roxo*, submetidas a diferentes períodos e condições de armazenamento. Santa Maria, RS. 2014.

Fungo	Meses	Condição 1		Condição 2	
	0	0	b A*	0	c A
<i>Aspergillus</i> spp.	3	83 a	A	88 a	A
	6	0	b B	17	b A
	0	77 a	A	77 a	A
<i>Fusarium</i> spp.	3	52	b A	26	b B
	6	37	b A	40	b A
	0	95 a	A	95 a	A
<i>Penicillium</i> spp.	3	61	b B	94 a	A
	6	98 a	A	92 a	A

* Médias, seguidas de mesma letra minúscula, em cada coluna, e letra maiúscula, em cada linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Observação: o teste de sanidade em sementes de milho, variedade *Cabo roxo*, foi realizado somente até o sexto mês, pois o número de sementes não foi suficiente para finalizar o teste.

De acordo com Malmann et al. (1994), *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp. são fungos indicadores de deterioração em sementes podendo causar alterações nutricionais e perda de matéria seca enquanto, *Fusarium* spp. é um fungo de crescimento rápido e agressivo, podendo causar a morte das sementes antes mesmo da germinação e, conseqüentemente, afetando a qualidade destas (MENTEN, 1995). Assim, a associação de fungos às sementes pode afetar a qualidade fisiológica das mesmas com redução da germinação e vigor (ELIAS et al., 2002, MENTEN, 1995; SANTOS, 2008) como observado neste trabalho.

Além disso, Cícero e Silva (2003), concluíram que os prejuízos à qualidade fisiológica de sementes de milho, acarretados por *Aspergillus* spp. e *Fusarium moniliforme* foram maiores que de *Penicillium* spp. Por outro lado, Antonello et al. (2007) afirmaram que as cultivares crioulas de milho apresentam baixa qualidade sanitária, alertando-se para a incidência de *Penicillium* spp. Os autores concluem que isso talvez se deva às condições inadequadas de armazenamento, com alta umidade.

O crescimento fúngico é dependente de uma série de fatores, como umidade, temperatura, presença de oxigênio, tempo para o seu crescimento constituição do substrato, características genéticas, lesões à integridade das sementes causadas por insetos ou dano mecânico/térmico, quantidade de inóculo fúngico e interação/competição entre as linhagens fúngicas (LAZZARI, 1997; QUEIROZ et al., 2009; SCUSSEL, 2002).

Em relação à temperatura durante o armazenamento das sementes de milho, quando elevada, acelera a respiração, afetando diretamente a velocidade das reações químicas, bem como a atividade de micro-organismos (MARCOS FILHO, 2005; PARRELLA, 2011; VILLELA; PERES, 2004). Estes micro-organismos atacam as sementes interagindo nos processos metabólicos, acelerando a deterioração e podem produzir toxinas que acabam danificando membranas e inibindo a germinação das sementes (BAUDET, 2012; FREITAS, 2009; PIMENTEL et al., 2011; QUEIROZ et al., 2009).

Segundo Lucca Filho (2012), os danos causados por micro-organismos transmitidos por sementes são bastante variáveis, estando na dependência do patógeno envolvido, da espécie cultivada, das condições climáticas no decorrer do desenvolvimento da cultura, entre outros. Para este autor, os principais fungos

envolvidos na perda de produtos armazenados pertencem a várias espécies do gênero *Aspergillus* e algumas espécies de *Penicillium*, os quais têm sua atividade regulada pelas condições ambientais durante o período de armazenamento e pelas condições do lote de sementes, especialmente de seu estado físico, teor de água e inóculo inicial.

3. Avaliação da composição química das sementes de milho

Os resultados referentes à análise da composição química dos lotes das sementes de milho (inicial e após nove meses de armazenamento) são apresentados na tabela 10 e 11 (dados originais).

Através da análise dos dados das variáveis de composição química em sementes de milho, observou-se que não houve diferença significativa nas duas condições de armazenamento. Assim, os resultados são apresentados indicando, para cada uma das variáveis, somente as diferenças observadas entre os períodos (inicial e final) de armazenamento (Tabela 10).

Tabela 10 – Composição química de sementes de variedades crioulas de milho avaliadas em diferentes períodos (0 e 9 meses) e condições de armazenamento. Santa Maria, RS. 2014.

Composição química	Armazenamento	Condição 1	Condição 2
Cinzas	Inicial	1,45 b*	1,45 b
	Final	2,44 a	2,03 a
Proteínas	Inicial	10,13 a	10,13 a
	Final	9,75 b	9,37 b
Lipídios	Inicial	5,79 a	5,79 a
	Final	4,50 b	5,04 b
Ácidos graxos saturados	Inicial	21,34 a	21,34 a
	Final	17,25 b	17,80 b
Ácidos graxos monoinsaturados	Inicial	32,43 b	32,43 b
	Final	33,56 a	33,69 a
Ácidos graxos poli-insaturados	Inicial	42,56 ^{ns}	42,56 ^{ns}
	Final	45,96 ^{ns}	46,29 ^{ns}
Fibra total	Inicial	18,57 ^{ns}	18,57 ^{ns}
	Final	17,54 ^{ns}	17,19 ^{ns}
Fibra solúvel	Inicial	1,35 ^{ns}	1,35 ^{ns}
	Final	1,19 ^{ns}	1,14 ^{ns}
Fibra insolúvel	Inicial	17,23 ^{ns}	17,23 ^{ns}
	Final	16,34 ^{ns}	16,04 ^{ns}
Carboidratos não fibrosos	Inicial	64,05 ^{ns}	64,05 ^{ns}
	Final	65,63 ^{ns}	66,48 ^{ns}

* Médias, seguidas de mesma letra minúscula, em cada coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

ns = não significativo

Tabela 11 – Composição química de sementes de milho avaliadas em diferentes períodos (0 e 9 meses) e condições de armazenamento. Santa Maria, RS. 2014.

Composição química	Período	Oito carreiras		Cabo roxo		Lombo baio		S-395	
		C ₁	C ₂	C ₁	C ₂	C ₁	C ₂	C ₁	C ₂
Cinzas	Inicial	1,6	1,6	1,3	1,3	1,4	1,4	1,8	1,8
	Final	2,2	2,7	2,0	2,6	1,9	2,0	1,9	2,2
Proteínas	Inicial	10,3	10,3	10,5	10,5	9,6	9,6	7,6	7,6
	Final	9,4	9,2	10,3	9,6	9,5	9,4	7,5	7,4
Lipídios	Inicial	5,9	5,9	5,3	5,3	6,1	6,1	5,1	5,1
	Final	5,0	4,3	5,2	4,7	4,9	4,5	4,4	3,7
Ácidos graxos saturados	Inicial	20,2	20,2	25,0	25,0	18,8	18,8	19,6	19,6
	Final	17,7	18,8	17,6	18,0	16,8	16,9	14,9	15,4
Ácidos graxos monoinsaturados	Inicial	31,8	31,8	33,3	33,3	32,2	32,2	34,4	34,4
	Final	33,8	32,9	33,5	34,1	33,4	34,2	36,0	36,4
Ácidos graxos poli-insaturados	Inicial	44,8	44,8	37,7	37,7	45,2	45,2	41,8	41,8
	Final	44,7	46	46,2	46,1	47,0	46,9	46,1	46,1
Fibra total	Inicial	18,4	18,4	19,9	19,9	17,4	17,4	14,9	14,9
	Final	17,3	16,7	19,2	18,9	16,1	16,0	14,7	14,5
Fibra solúvel	Inicial	1,5	1,5	1,6	1,6	0,9	0,9	0,8	0,8
	Final	1,5	1,5	1,4	1,3	0,7	0,6	0,8	0,7
Fibra insolúvel	Inicial	16,9	16,9	18,3	18,3	16,5	16,5	14,1	14,1
	Final	15,8	15,2	17,8	17,6	15,4	15,3	13,9	13,8
Carboidratos não fibrosos	Inicial	63,8	63,8	62,9	62,9	65,9	65,9	71,2	71,2
	Final	66,1	67,2	63,3	64,2	67,5	68,1	71,5	72,1

C₁: Condição 1; C₂: Condição 2.

* dados originais, sem análise estatística

Ao final do período de armazenamento ocorreu um acréscimo significativo no percentual de cinzas nas sementes de variedades crioulas de milho, independentemente da condição de armazenamento utilizada (Tabela 10).

Resultados semelhantes foram observados por Radünz et al. (2004), onde estudando diferentes métodos de armazenamento em diferentes períodos, concluíram que, independentemente do sistema de armazenamento, as sementes de milho apresentaram incremento significativo no teor de cinzas, o que refletiu em redução de qualidade.

De acordo com Elias et al. (2002), durante o armazenamento, o conteúdo

mineral, representado pelo teor de cinzas, é a fração que apresenta as menores variações no seu conteúdo total. As atividades metabólicas das sementes e dos organismos associados consomem matéria orgânica, metabolizando-a até dióxido de carbono, água, calor e outros produtos, podendo transformar estruturalmente a composição mineral sem alterar o seu conteúdo total. Dessa forma, a determinação do teor de cinzas assume valores proporcionalmente maiores à medida que a matéria orgânica é consumida.

Em relação ao teor de proteínas, no final do período de armazenamento das sementes das variedades crioulas de milho, houve decréscimo significativo no seu percentual, independentemente da condição de armazenamento utilizada (Tabela 10). Resultados semelhantes foram obtidos por Radünz et al. (2004), onde observaram redução significativa no percentual de proteínas após seis meses de armazenamento nas sementes de milho. Por outro lado, Carvalho et al. (2004) relataram que não houve efeito do tempo de armazenamento no teor de proteínas do milho seco acondicionado em silos metálicos, durante 180 dias, a temperatura ambiente.

De acordo com Carvalho e Nakagawa (2012), as proteínas, que são os componentes básicos de toda a célula viva, funcionam também como materiais de reserva. Durante o armazenamento, a fração proteica sofre reações com outros componentes químicos das próprias sementes. Algumas destas reações caracterizam o processo de putrefação das sementes, conferindo-lhes odores desagradáveis e fortes. Essas transformações podem provocar o escurecimento das sementes, a diminuição do teor de nitrogênio proteico e o aumento do conteúdo de nitrogênio não proteico (ELIAS et al., 2002).

Além disso, a diminuição do teor de proteínas, após um período de armazenamento, pode estar associada às condições de estocagem, tais como umidade, ataque de insetos e dificuldade quanto à aeração das sementes (RADÜNZ et al., 2004).

O percentual de lipídios das sementes de milho diminuiu significativamente ao final do período de armazenamento, independentemente da condição de armazenamento utilizada, com valores que variaram de 5,79% a 4,50% (embalagem plástica) e 5,04% (câmara fria), conforme pode ser observado na tabela 10.

Resultados semelhantes foram observados por Radünz et al. (2004) os quais,

ao longo do período de armazenamento, contataram perdas significativas no teor de lipídios (extrato etéreo). De acordo com estes autores, as maiores variações no percentual de lipídios são decorrentes do maior consumo de substâncias de reserva das sementes, devido à ocorrência de processos bioquímicos na massa das sementes.

Além disso, Elias et al. (2002) afirmam que os lipídios caracterizam a fração constituinte mais suscetível à deterioração das sementes durante o armazenamento, seja pela redução do seu conteúdo total e/ou pela suscetibilidade a alterações estruturais. A instabilidade química dos lipídios constitui um dos fatores preponderantes para a queda do desempenho das sementes de várias espécies. Algumas, como as gramíneas, apesar do predomínio de amido no endosperma, apresentam lipídios no embrião, tornando-as também propensas à deterioração (MARCOS FILHO, 2005).

Também, os lipídios são os constituintes mais suscetíveis à degradação química e influenciam diretamente na secagem e conservabilidade do produto armazenado (RUPOLLO et al., 2004). A degradação dos lipídios com consequente aumento de acidez graxa pode conduzir à formação de odor e sabor indesejáveis, influenciando, negativamente, a qualidade nutricional e sensorial do produto armazenado (WEBER et al., 2002). A velocidade das alterações dos lipídios depende da umidade, da temperatura e do tempo de armazenamento das sementes de milho (BIAGGIONI; SOARES; FERREIRA, 2005).

Os resultados observados neste trabalho são semelhantes aos obtidos por Gutkoski et al. (2009), onde houve redução no teor de lipídios durante o período de armazenamento em sementes de milho seco e armazenado em silo tipo alambrado com ar natural forçado. Da mesma forma, Abreu et al. (2013), trabalhando com sementes de girassol, concluíram que o teor de óleo nas sementes decresceu ao longo do tempo, independente da condição de armazenamento.

Em relação aos ácidos graxos, observa-se que o teor de ácidos graxos saturados diminuiu ao longo do período de armazenamento com valores variando de 21,34% a 17,25%, independentemente da condição de armazenamento utilizada (Tabela 10). Também, observa-se que houve diferença significativa no percentual de ácidos graxos monoinsaturados nas sementes de milho, ao final do período de armazenamento, independentemente da condição, com valores variando de 32,43%

a 33,69%. Em contrapartida, não houve diferença significativa no teor de ácidos graxos poli-insaturados nas sementes de milho, ao final do período de armazenamento, independentemente da condição utilizada.

De acordo com Biaggioni et al. (2007), a perda de qualidade das sementes, durante o armazenamento, muito antes de ser detectada por qualquer perda na viabilidade, é acompanhada por outras modificações deteriorativas, entre as quais pode-se destacar a elevação do nível dos ácidos graxos. Desta forma, a avaliação dos ácidos graxos é um eficiente parâmetro de controle de conservabilidade durante a armazenagem, uma vez que o aumento do teor dos mesmos está diretamente correlacionado com a velocidade e a intensidade do processo deteriorativo das sementes (ELIAS et al., 2002). A liberação de ácidos graxos não é uniforme e a degradação se dá de forma diferenciada, de um ácido para outro (CORADINI; BORÉM; OLIVEIRA, 2008; JHAM; MULLER; CECON, 2008).

Assim, o teor de ácidos graxos pode ser utilizado como um indicador da deterioração das sementes, uma vez que durante o armazenamento, a hidrólise do material graxo inicia-se antes da hidrólise de carboidratos ou proteínas. Desta forma, o uso da análise de ácidos graxos é de grande importância no monitoramento da qualidade das sementes, a partir da maturidade, pois a queda do vigor antecede a perda da viabilidade (BIAGGIONI; FERREIRA, 1998).

De acordo com Freitas (2009), a intensidade e a velocidade do processo deteriorativo nas sementes podem estar relacionadas à composição química das mesmas. Assim, as sementes com maior teor de lipídios terão maior predisposição ao processo deteriorativo, principalmente naquelas com maior conteúdo de ácidos graxos insaturados.

Alguns trabalhos são encontrados na literatura, como por exemplo, Coradini, Borém, Oliveira (2008), Ribeiro (2013), Saath et al. (2012) os quais observaram aumentos no teor de ácidos graxos em sementes de café, por meio do teste de acidez graxa, em função do aumento do período de armazenagem. Também, Pereira et al. (2010) verificaram que o teor de acidez graxa aumentou durante o armazenamento de sementes de soja em ambiente refrigerado e não refrigerado.

Em relação ao percentual de fibra total, solúvel e insolúvel em sementes de milho (Tabela 10), observa-se que não houve diferença significativa ao longo do período de armazenamento nas duas condições utilizadas.

Resultados semelhantes foram obtidos por Belmiro et al. (2010), em relação ao tempo de armazenamento em sementes de abóbora onde as médias da fibra bruta não apresentaram variação estatística em todo o período avaliado (180 dias).

Quanto ao percentual de carboidratos não fibrosos, observa-se que não houve diferença significativa nas sementes de milho (Tabela 10), independentemente do período e da condição de armazenamento.

Resultados semelhantes foram obtidos por Belmiro et al. (2010) os quais observaram que o teor de carboidratos em sementes de abóbora permaneceu inalterado, após o período de armazenamento. Por outro lado, Bhattacharya e Raha (2002) concluíram que o conteúdo total de carboidratos em sementes de milho foi de 74,7%, reduzido gradualmente para 57%, aos 12 meses de armazenamento.

Finalmente, é importante considerar que a composição química das sementes é determinada fundamentalmente por fatores genéticos, e varia entre as diferentes espécies e entre cultivares de uma mesma espécie. Condições ambientais prevalentes durante a formação da semente, bem como práticas culturais (ex. épocas de semeadura, adubação nitrogenada e sulfídrica) podem provocar modificações na composição química das sementes (NEDEL, 2012).

4. Relação entre germinação, sanidade e composição química

Na tabela 12, observa-se a matriz de correlação de Person entre a germinação e os fungos dos gêneros *Aspergillus*, *Fusarium* e *Penicillium* nas sementes de milho, ao final do período de armazenamento (9 meses).

Tabela 12 – Matriz de correlação de Pearson entre germinação e sanidade em sementes de milho. Santa Maria, RS. 2014.

		<i>Aspergillus</i> spp.	<i>Fusarium</i> spp.	<i>Penicillium</i> spp.
Oito carreiras	Germinação	-0,998*	0,649	0,776
Cabo roxo	Germinação	0,302	0,394	-0,336
Lombo baio	Germinação	-0,721	0,999*	-0,189
S-395	Germinação	0,229	-0,999*	0,904

* significativo a 5%.

Obs.: considerar os dados de sanidade da variedade *Cabo roxo* até 6 meses de armazenamento.

Observa-se que houve correlação negativa e significativa entre a germinação e o fungo do gênero *Aspergillus* na variedade *Oito carreiras* (Tabela 12). Desta forma, verifica-se que a elevada incidência de *Aspergillus* spp., provavelmente, ocasionou a diminuição da percentagem de plântulas normais, ao final do período de armazenamento (Figura 2).

Na variedade *Cabo roxo*, ao final de seis meses de armazenamento, verifica-se que não houve correlação significativa entre a germinação e os fungos presentes (Tabela 12).

Na variedade *Lombo baio*, observa-se que houve um decréscimo na percentagem de plântulas normais e na incidência de fungos do gênero *Fusarium* ao final do armazenamento, verificado através da correlação positiva e significativa entre as duas variáveis (germinação e *Fusarium* spp.). Por outro lado, enquanto diminuiu a percentagem de plântulas normais, houve um aumento na incidência de *Aspergillus* spp., ao final do período de armazenamento, porém esta correlação não foi significativa.

No milho S-395, verifica-se que houve correlação negativa e significativa entre *Fusarium* spp. e germinação. Assim, enquanto aumentou a incidência de *Fusarium* spp., ao final do período de armazenamento, houve um decréscimo na percentagem de plântulas normais.

Os resultados encontrados neste trabalho estão de acordo com as observações de Tanaka, Maeda, Plaza (2001) que afirmam que espécies de fungos dos gêneros *Aspergillus*, *Fusarium* e *Penicillium* ocorrem em sementes de milho durante e após a maturação e, dependendo das condições de temperatura e umidade, podem se desenvolver e provocar danos durante o armazenamento, reduzindo a germinação e o vigor dessas sementes. Por outro lado, resultados divergentes foram observados por Catão et al. (2013), onde, os mesmos fungos encontrados neste trabalho, não comprometeram a qualidade fisiológica das sementes que apresentaram altos níveis de germinação e vigor.

Em relação à composição química e germinação, observa-se que nas três variedades crioulas de milho e no S-395 houve correlação negativa e significativa entre a germinação e o teor de cinzas (Tabela 13). Desta forma, conclui-se que após o período de armazenamento (9 meses), à medida que diminui a percentagem de plântulas normais, há maior consumo de matéria orgânica refletindo em aumento do teor de cinzas e, conseqüentemente, reduzindo a qualidade da semente.

Tabela 13 – Matriz de correlação de Pearson entre germinação e composição química em sementes de milho. Santa Maria, RS. 2014.

		CZ	P	LP	FT	FS	FI	AGS	AGM	AGP	CNF
Oito carreiras	G	-0,981*	0,998*	0,988*	0,995*	0,999*	0,995*	0,815	-0,806	-0,677	-0,998*
Cabo roxo	G	-0,975*	0,847	0,850	0,999*	0,993*	0,999*	0,975*	-0,851	-0,981*	-0,894
Lombo baio	G	-0,999*	-0,905	0,999*	0,993*	0,996*	0,991*	0,972*	-0,987*	-0,973*	-0,999*
S-395	G	-0,967*	0,771	0,918	0,972*	0,933	0,977*	0,996*	-0,988*	-0,999*	-0,838

G: germinação; CZ: cinzas; P: proteína; LP: lipídios; FT: fibra total; FS: fibra solúvel; FI: fibra insolúvel; AGS: ácidos graxos saturados; AGM: ácidos graxos monoinsaturados; AGP: ácidos graxos poli-insaturados; CNF: carboidratos não fibrosos.

* significativo a 5%.

Conforme destacaram Elias et al. (2002) e Radünz et al. (2004), a atividade metabólica das sementes e dos micro-organismos associados, consome matéria orgânica, metabolizando-a até dióxido de carbono, sem alterar a composição mineral. Conseqüentemente, à medida que essa matéria orgânica é consumida ocorre um acréscimo no teor de cinzas.

Quanto ao teor de proteínas, observa-se que, na variedade *Oito carreiras*, há correlação positiva e significativa entre o teor de proteínas e a germinação (Tabela 13). Assim, ao final do período de armazenamento, à medida que diminui o teor de proteínas, diminui a percentagem de plântulas normais.

De acordo com Marcos Filho (2005), as proteínas catalisam reações químicas e constituem importante reserva alimentar nas sementes da maioria das espécies, sendo, após a água, os componentes mais importantes do protoplasma e essenciais para a formação de novos tecidos nos pontos de crescimento do embrião, durante a germinação (BUCKERIDGE et al., 2004; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Os teores de proteínas variam em função de fatores agrônômicos e ambientais, enquanto a qualidade das proteínas é característica primeiramente genotípica (FUKE, 2007).

Neste trabalho, também foi possível verificar que há correlação positiva e significativa entre a percentagem de plântulas normais e o teor de lipídios nas variedades *Oito carreiras* e *Lombo baio*. Desta forma, ocorreu redução no teor de lipídios à medida que diminuiu a percentagem de plântulas normais (Tabela 13).

Conforme informações encontradas na literatura, o conteúdo de lipídios nas sementes diminui com o tempo de germinação, sendo essa diminuição atribuída à degradação de reservas de nutrientes (lipídio e carboidrato) para o fornecimento de energia requerida durante o crescimento da planta (BAU et al., 1997; EI-ADAWY, 2002; MUBARAK, 2005; VILAS BOAS; BARCELOS; LIMA, 2002).

Em relação aos ácidos graxos, observa-se que há correlação positiva e significativa entre a percentagem de plântulas normais e o teor de ácidos graxos saturados, exceto na variedade *Oito carreiras* (Tabela 13).

Observa-se que há correlação negativa e significativa entre o percentual de ácidos graxos monoinsaturados e a germinação, sendo significativo na variedade *Lombo baio* e na híbrida *S-395*. Além disso, há correlação negativa e significativa entre o teor de ácidos graxos poli-insaturados e a percentagem de plântulas

normais, exceto na variedade *Oito carreiras* (Tabela 13).

Desta forma, após o período de armazenamento, à medida que diminui a percentagem de plântulas normais, ocorre aumento do teor de ácidos graxos monoinsaturados e poli-insaturados, dependendo da variedade de milho estudada.

Estes resultados estão de acordo com Baudet (2012), que afirmou que durante a deterioração das sementes, são observadas alterações na composição química como, por exemplo, a oxidação dos lipídios e o aumento dos ácidos graxos.

Em relação ao teor de fibras (Tabela 13), nas variedades crioulas de milho e na híbrida, observa-se correlação positiva e significativa entre a percentagem de plântulas normais e o teor de fibra total e fibra insolúvel. Resultados semelhantes foram observados em relação ao teor de fibra insolúvel, exceto no híbrido S-395.

Assim, é possível afirmar que, ao final do período de armazenamento, à medida que diminui a percentagem de plântulas normais (observada através do teste de germinação) diminui o teor de fibras totais, solúveis (exceto no S-395) e insolúveis.

Alguns trabalhos são encontrados na literatura como, por exemplo, os realizados por Martinez et al. (2011), que analisando as alterações químicas das sementes de soja com a germinação, verificaram que os teores de fibras destas sementes aumentaram após germinação. Ghavidel e Prakash (2007) demonstraram que, após a germinação, as fibras totais e as frações dietéticas solúveis em sementes de leguminosas aumentaram e a fração insolúvel reduziu significativamente.

Quanto aos carboidratos, há correlação negativa entre o teor de carboidratos e a germinação, ao final do período de armazenamento, com valores significativos na variedade *Cabo roxo* e na híbrida S-395 (Tabela 13).

De acordo com Taiz e Zeiger (2013), durante a germinação ocorre a quebra do amido em açúcares solúveis, através da atividade das enzimas α -amilase e maltase. Esses açúcares são consumidos na respiração da semente causando a redução do teor de carboidratos totais e perda de matéria seca.

Além disso, os carboidratos das sementes são diretamente consumidos pelo próprio metabolismo e de micro-organismos associados, por isso há decréscimo do seu conteúdo total durante a armazenagem. As alterações dos níveis de carboidratos solúveis conduzem à limitação da disponibilidade de substratos para a

respiração, provocando queda da germinação e do vigor das sementes (MARCOS FILHO, 2005).

Em relação à sanidade e composição química das sementes de milho, para a variedade *Oito carreiras*, houve correlação negativa e significativa entre o fungo do gênero *Aspergillus* com o teor de proteínas e lipídios (Tabela 14). Assim, ao final do período de armazenamento, ocorreu o consumo de proteínas e lipídios pelo fungo *Aspergillus* spp. e, conseqüentemente, houve decréscimo da percentagem de germinação das sementes (Tabela 12).

Tabela 14 – Matriz de correlação de Pearson entre sanidade e composição química em sementes de milho. Santa Maria, RS. 2014.

		CZ	P	LP	FT	FS	FI	AGS	AGM	AGP	CNF
Oito carreiras	Asp.	0,839	-0,999*	-0,977*	0,540	0,983*	-0,630	-0,796	0,839	0,666	0,671
	Fus.	-0,074	0,607	0,758	0,343	-0,450	0,999*	-0,0004	-0,074	-0,996*	-0,996*
	Pen.	-0,253	0,740	0,863	0,168	-0,603	0,988*	0,179	-0,252	-0,994*	-0,995*
Lombo baio	Asp.	0,433	-0,947	-0,734	0,272	-0,604	0,529	-0,526	0,822	0,558	0,957*
	Fus.	-0,934	0,907	0,999*	-0,859	0,986*	-0,968*	0,967*	-0,988*	-0,976*	-0,893
	Pen.	-0,166	-0,588	-0,207	-0,333	-0,033	-0,056	0,060	0,342	-0,023	0,614
S-395	Asp.	-0,467	-0,442	-0,174	-0,284	-0,333	-0,276	0,307	-0,078	-0,237	0,781
	Fus.	0,955*	-0,799	-0,935	0,994*	0,988*	0,995*	-0,992*	0,994*	0,998*	-0,757
	Pen.	-0,982*	0,426	0,662	-0,927	-0,945	-0,924	0,936	-0,829	-0,907	0,974*

Asp.: *Aspergillus* spp.; Fus.: *Fusarium* spp.; Pen.: *Penicillium* spp.; CZ: cinzas; P: proteína; LP: lipídios; FT: fibra total; FS: fibra solúvel; FI: fibra insolúvel; AGS: ácidos graxos saturados; AGM: ácidos graxos monoinsaturados; AGP: ácidos graxos poli-insaturados; CNF: carboidratos não fibrosos.

* significativo a 5%.

A incidência de *Fusarium* spp. correlacionou-se negativa e significativamente com o teor de ácidos graxos poli-insaturados e carboidratos (*Oito carreiras*); fibra solúvel, ácidos graxos mono e poli-insaturados (*Lombo baio*) e ácidos graxos saturados (*S-395*). Por outro lado, a incidência de *Penicillium* spp. correlacionou-se negativa e significativamente com o teor de ácidos graxos poli-insaturados e carboidratos (*Oito carreiras*) e cinzas (*S-395*) (Tabela 14).

De acordo com Stringhini et al. (2000), as alterações nutricionais das sementes estão relacionadas ao desenvolvimento dos fungos que ocorre quando são maiores os níveis de lipídios, culminando com maior consumo do substrato, sendo maior a prevalência de prejuízos causados por *Aspergillus flavus*.

Entre os compostos químicos presentes nas sementes, os lipídios são os mais suscetíveis à deterioração das sementes, seja pela redução do seu conteúdo total e/ou pela suscetibilidade a alterações estruturais (ELIAS et al., 2002). Assim, as sementes com maior teor de lipídios terão maior predisposição ao processo deteriorativo, principalmente, naquelas com maior conteúdo de ácidos graxos insaturados (FREITAS, 2009).

Além disso, Bhattacharya e Raha (2002) afirmaram que a proteína serve como fonte preliminar de carbono e nitrogênio para o crescimento e o metabolismo dos fungos. A perda no teor de proteínas durante a fase adiantada de incubação indica proteólise e a formação de compostos mais simples como aminoácidos, que são utilizados como fonte de nutrientes pelos fungos.

De acordo com Marcos Filho (2005), durante a deterioração pode ocorrer decréscimo no conteúdo de açúcares ocasionando perda da capacidade de utilização de carboidratos e afetando sua mobilização dos tecidos de reserva para o eixo embrionário. Estas alterações nos níveis de carboidratos conduzem à limitação da disponibilidade de substratos para a respiração, provocando queda da germinação e do vigor da semente.

Entre os principais danos causados por fungos nas sementes estão as alterações na composição química, no odor, sabor, na coloração; aquecimento e emboloramento; produção de toxinas; perdas de matéria orgânica e diminuição do poder germinativo (ELIAS; CONRAD; AOSANI, 2002).

CONCLUSÕES

Através dos resultados é possível observar que:

- a qualidade fisiológica das sementes de variedades crioulas diminuiu com o período de armazenamento.

- os principais fungos encontrados nas sementes de milho, durante o armazenamento foram os dos gêneros *Aspergillus*, *Fusarium* e *Penicillium* que provocaram deterioração e redução da qualidade fisiológica.

- o teor de proteínas, lipídios e ácidos graxos saturados reduziu com o armazenamento.

- a composição química das sementes não variou com a condição de armazenamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, L. A. S.; et al. Deterioration of sunflower seeds during storage. **Journal of Seed Science**, v. 35, n. 2, p.240-247, 2013.

ANTONELLO, L. M. et al. Influência do tipo de embalagem na qualidade fisiológica de sementes de milho crioulo. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 4, p. 75-86, 2009.

ANTONELLO, L. M. et al. Situação sanitária de sementes de milho crioulo. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n.2, out., 2007.

BHATTACHARYA, K.; RAHA, S. Deteriorative changes of maize, groundnut and soybean seeds by fungi in storage. **Mycopathologia**, v.155, n.3, p.135-141, 2002.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis of the AOAC International**. 16th ed. Arlington: AOAC, 1995. 200p.

BARNETT, H. L.; HUNTER, B. B. **Ilustred genera of imperfect fungi**. 3 ed. Minnesota: Burgess Publishing Company, 1999. 241p.

BARROS, A. S. R. et al. Teste de frio. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, cap.5, 1999.

BAU, H. M. et al. Effect of germination on chemical composition, biochemical constituents and antinutritional factors of soya bean (*Glycine max*) seeds. **Journal Science Food Agriculture**, v. 73, p. 1-9, 1997.

BAUDET, L. M. L. Armazenamento de sementes. In: PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. 3. ed. Pelotas: UFPel, 2012.

BELMIRO, T. M. C. et al. Alterações químicas e físico-químicas em grãos de abóbora durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 14, n.9, p.1000–1007, 2010.

BIAGGIONI, M. A. M.; FERREIRA, W. A. Variação na germinação e no nível de ácidos graxos livres durante o armazenamento de milho colhido mecanicamente. In:

Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 27, 1998, Poços de Caldas. **Anais... Lavras. UFLA/SBEA**, 1998.

BIAGGIONI, M. A. M.; SOARES, T. A.; FERREIRA, W. A. Variação do índice de acidez graxa, em grãos de milho, segundo diferentes fontes de danificação. **Revista Brasileira de Armazenamento**, v. 30, n. 2, p. 152-156, 2005.

BLIGH, E. G., DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v. 37, n.18, p. 911-917, 1959.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.

CARVALHO, D. C. O. et al. Composição química e energética de amostras de milho submetidas a diferentes temperaturas de secagem e períodos de armazenamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n.2, p.358-364, 2004.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5 ed. Jaboticabal: Funep, 2012. 590p.

CATÃO, H. C. R. M. et al. Incidência e viabilidade de sementes crioulas de milho naturalmente infestadas com fungos em pré e pós-armazenamento. **Ciência Rural**, v. 43, n.5, mai, 2013.

CICERO, C. M.; SILVA, W. R. Danos mecânicos associados a patógenos e desempenho de sementes de milho. **Bragantia**, v. 62, n.2, p.305-314, 2003.

CORADINI, P. C.; BORÉM, F. M.; OLIVEIRA, J. A. Qualidade do café natural e despulpado após diferentes tipos de secagem e armazenamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, v. 12, n. 2, p. 181-188, 2008.

EL-ADAWY, T. Nutritional composition and antinutritional factors of chickpeas (*Cicer arietinum* L.) undergoing different cooking methods and germination. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 57, p. 83-97, 2002.

ELIAS, M. C.; et al. O armazenamento de grãos no Brasil. In: ELIAS, M. C. **Armazenamento e conservação e conservação de grãos em médias e pequenas escalas**. Pelotas: UFPel, cap. 1, p. 14-25, 2002.

ELIAS, M. C.; et al. Armazenamento de grãos. In: ELIAS, M.C. **Armazenamento e conservação e conservação de grãos em médias e pequenas escalas**. Pelotas: UFPel, cap. 4, p. 95-108, 2002.

ELIAS, M. C.; CONRAD, V. J. D.; AOSANI, E. Pragas e micro-organismos de grãos armazenados. In: ELIAS, M. C. **Armazenamento e conservação e conservação de grãos em médias e pequenas escalas**. Pelotas: UFPel, cap. 5, p. 109-217, 2002.

FERREIRA, D. F. **Sistema de análises de variância para dados balanceados**. Lavras: UFLA, 2000.

FIGLIOLIA, M. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. **Manejo de sementes de espécies arbóreas**. São Paulo: Instituto Florestal, 1995. 59p. (Série Registros, n. 15).

FLEURAT-LESSARD, F. Qualitative reasoning and integrated management of the quality of stored grain: a promising new approach. **Journal of Stored Products Research**, v. 38, n. 2, p. 191-218, 2002.

FREITAS, R. A. Deterioração e armazenamento de sementes de hortaliças. In: NASCIMENTO, W.M. **Tecnologia de sementes de hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, p.155-182, 2009.

FUKE, G. **Uso de grãos de cevada**: caracterização bromatológica de ratos em crescimento. 2007. 75f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

GHAVIDEL, R. A.; PRAKASH, J. The impact of germination and dehulling on nutrients, antinutrients, in vitro iron and calcium bioavailability and *in vitro* starch and protein digestibility of some legume seeds. **LWT Food Science and Technology**, v. 40, p. 1292-1299, 2007.

GUTKOSKI, L.C. et al. Avaliação da composição química de milho seco e armazenado em silo tipo alambrado com ar natural forçado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 4, p. 879-885, out.-dez, 2009.

HARTMAN, L.; LAGO, B. C. A. **Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids**. Laboratory Practice, v.22, p.475-477, 1973.

JHAM, G. N.; MULLER, H. V.; CECON, P. Triacylglycerol molecular species variation in stored coffee beans determined by reverse-high-performance liquid chromatography/refractive index detector. **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 44, p. 82-89, 2008.

JORGE, M. H. A. **Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de milho colhidas e secadas em espiga**. 2001. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2001.

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

LAZZARI, F. A. **Umidade, fungos e micotoxinas na qualidade de sementes, grãos e rações**. 2. ed. Curitiba: Ed. do Autor, 1997. 134 p.

LORINI, I. Descrição, biologia e danos das principais pragas de grãos armazenados. In: LORINI, I.; MIKE, L. H.; SCUSSEL, V. M. (Ed.). **Armazenagem de grãos**. Campinas: Instituto Biogeneziz, p. 379-397, 2002.

LUCCA FILHO, O. A. Patologia de Sementes In.: PESKE, S.T.; LUCCA FILHO, O. A.; BARROS, A. C. S. A. **Sementes: Fundamentos Científicos e tecnológicos**, 2 ed., 2012, 473p.

MALMANN, C. A. et al. Aflatoxinas – Aspectos clínicos e toxicológicos em suínos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 24, n.3, p.635-643, 1994.

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

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, cap.3, p.3-24, 1999.

MARTINEZ, A. P. C.; et al. **Alterações químicas em grãos de soja com a germinação**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 31, n. 1, p. 23-30, jan.-mar. 2011.

MARTINS, L.; LAGO, A. A. Conservação de semente de *Cedrela fissilis*: teor de água da semente e temperatura do ambiente. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n.1, p.161-167, 2008.

MAYER, E. T.; et al. Caracterização nutricional de grãos integrais e descascados de cultivares de cevada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n.11, p.1635-1640, nov. 2007.

MEDEIROS, A. C. S.; EIRA, M. T. S. **Comportamento fisiológico, secagem e armazenamento de sementes florestais nativas**. Colombo: Embrapa Floresta, 2006. 13p. (Embrapa Floresta. Circular Técnica,127).

MENTEN, J. O. M. Prejuízos causados por patógenos associados às sementes. In: MENTEN, J. O. M. **Patógenos em sementes: detecção, danos e controle químico**. São Paulo: Ciba Agro, cap.3, p.115-136, 1995.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 42 p.

MORENO-MARTINEZ, E. et al. – Use of fungicides for corn seed viability preservation. **Seed, Science & Technology**. v. 13, p. 235-241, 1985.

MUBARAK, A. E. Nutritional composition and antinutritional factors of mung bean seeds (*Phaseolus aureus*) as affected by some home traditional process. **Food Chemistry**, v. 89, p. 489-495, 2005.

NEDEL, J. L. Fundamento da qualidade de sementes. In: PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. 3. ed. Pelotas: UFPel, 2012.

NOAL, G. **Metodologia para avaliação da qualidade fisiológica e identificação do ponto de colheita de sementes de cultivares crioulas de milho**. 2013, 79 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Santa Maria, 2013.

NODARI, R. O. et al. Conservação de frutos e sementes de palmitero (*Euterpe edulis* Matius) sob diferentes condições de armazenamento. **Revista Árvore**, v. 22, n. 1, p.1-10, 1998.

PARRELLA, N. N. L. D. **Armazenamento de sementes**. EPAMIG: MG, 2011. Disponível em: http://www.epamig.br/index.php?option=com_docman&task=download&gid=1519 Acesso: 09 jul. 2013.

PEREIRA, M. R. et al. Avaliação de efeitos do armazenamento refrigerado de grãos de soja na manutenção da qualidade do óleo. In: XIX CIC XII Enpos II Mostra Científica, UFPel, 2010.

PIMENTEL, M. A. G. et al. **Recomendações de boas práticas de armazenamento de milho em espiga para agricultura familiar**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. 11 p., 2011. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 161).

QUEIROZ, V. A. V.; et al. **Boas práticas e sistema APPCC na fase de pós-colheita de milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 28 p., 2009 (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 122).

RADÜNZ, L. L.; et al. Métodos de armazenamento de grãos de milho e qualidade química. **Revista Brasileira de Armazenamento**. Viçosa, v. 29, n. 2, p. 152-158, 2004.

RIBEIRO, F. C. **Métodos alternativos para armazenamento de cafés especiais**. 2013, 107 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, UFSV, 2013.

RUPOLLO, G.; et al. Sistemas de armazenamento hermético e convencional na conservabilidade de grãos de aveia. **Ciência Rural**, v. 34, n. 6, p.1715-1722, 2004.

SAATH, R. et al. Alterações na composição química e sensorial do café (*Coffea arabica* L.) nos processos pós-colheita. **Energia na Agricultura**, v. 27, n. 2, p. 96-112, 2012.

SANTOS, J. P. Controle de pragas durante o armazenamento de milho. In: CRUZ, J. C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M. A. R.; MAGALHÃES, P. C. (Ed.). **A cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, p. 257-302, 2008.

SCUSSEL, V. M. Fungos em grãos armazenados. In: LORINI, I.; MIIKE, L. H.; SCUSSEL, V. M. (Ed.). **Armazenagem de grãos**. Campinas: Instituto Biogeneziz, p. 675-691, 2002.

SILVA, J. S. et al. Indicadores da qualidade dos grãos. In: SILVA, J. S. (Ed.). **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, p. 63-107, 2008.

SILVA, F. S. 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.

STRINGHINI, J. H. et al. Efeito da Qualidade do Milho no Desempenho de Frangos de Corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 191-198, jan. 2000.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5 ed. Porto Alegre: Artimed, 2013. 954 p.

TANAKA, M. A. S.; MAEDA, J. A.; PLAZAS, I. H. A. Z. Microflora fúngica de sementes de milho em ambientes de armazenamento. **Scientia Agricola**, v. 58, n. 3, p.501-508, jul/set, 2001.

TORRES, S. B. Qualidade de sementes de melancia armazenadas em diferentes embalagens e ambientes. **Revista Ciência Agronômica**, v. 36, n. 2, maio - ago, p. 163-168, 2005.

VILAS BOAS, E. V. B.; BARCELOS, M. F. P.; LIMA, M. A. C. Tempo de germinação e características físicas, químicas e sensoriais dos brotos de soja e de milho combinado nas formas isoladas e combinadas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 26, n. 1, p. 148-156, 2002.

VILLELA, F. A.; PERES, W. B. Tecnologia de sementes - Coleta, beneficiamento e armazenamento. **Germinação - do básico ao aplicado**, Porto Alegre, cap. 17, p. 265-280, 2004.

WEBER, F. H.; ELIAS, M. C.; GUTKOSKI, L. C. Estabilização de farinha de aveia da cultivar UPF 18 por tratamento hidrotérmico a vapor. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 8, n. 3, p. 253- 258, 2002.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A maior parte da produção brasileira de sementes de milho é proveniente de pequenos e médios produtores que, por razões diversas, ainda utilizam variedades crioulas ou tradicionais, sendo uma importante forma de conservação desses materiais, de grande variabilidade genética (CATÃO et al., 2010).

O milho é utilizado como fonte de energia e proteína na dieta humana em muitos países do mundo. A observação das mudanças físicas e da composição química dos alimentos é fundamental para o controle da qualidade nutricional e bioquímica dos produtos armazenados (REHMAN, 2006).

As informações referentes à composição química das sementes de milho são muito importantes porque fundamentam os procedimentos básicos para a secagem e o armazenamento das sementes. Durante o armazenamento, as reduções nos teores de carboidratos, proteínas e lipídios originam perda do material orgânico, com diminuições de massa específica e de matéria seca, resultando em perdas de qualidade e de valor de sementes (ELIAS et al., 2002).

Em relação à qualidade sanitária, há deficiência na conservação das sementes de milho. No Brasil, as perdas quantitativas e qualitativas devido à presença de contaminantes nas fases de pré e pós-colheita de sementes têm comprometido cerca de 10% da produção e, também, vem aumentando o risco na segurança alimentar de homens e de animais (LORINI; BACALTCHUK, 2007).

Os danos causados pelos fungos às sementes são bastante variados, originando perdas significativas quanto ao valor cultural e nutricional do produto armazenado. Dentre os principais efeitos sobre as sementes pode-se destacar a perda da germinação devido à invasão do embrião; a descoloração das sementes, causando problemas de redução da viabilidade, do valor nutricional e do valor comercial do produto; o aumento da taxa de ácidos graxos, causando rancificação do óleo, sendo a taxa de ácidos graxos um indicativo da deterioração das sementes; o aquecimento da massa de sementes, com consequente aumento da taxa respiratória, podendo levar as sementes a uma rápida deterioração; à produção de toxinas, causadas tanto por fungos do gênero *Aspergillus* como *Penicillium*, as quais podem ser letais ao homem e aos animais (LUCCA FILHO, 2012).

Através deste trabalho, foi possível identificar pelo teste de sanidade, maior incidência de fungos dos gêneros *Fusarium*, *Aspergillus* e *Penicilium*, concordando com os resultados encontrados por Jorge (2001), para semente de milho e por Noal (2013) para sete cultivares crioulas de milho.

Ao final de nove meses de armazenamento das sementes, verificou-se que as sementes acondicionadas em embalagem plástica e temperatura ambiente (condição C₁) sofreram as maiores reduções na percentagem de germinação e no vigor, diferindo das mantidas em sacos de papel e temperatura de 10°C (condição C₂). Além disso, após esse período houve acréscimo no teor de cinzas e ácidos graxos monoinsaturados e decréscimo no teor de proteínas, lipídios e ácidos graxos saturados.

Um aspecto importante que deve ser considerado é que todo o esforço humano e material gasto durante a produção da semente podem ser perdidos se as condições de armazenamento fornecidas às sementes, após serem embaladas, ou até na preparação da semeadura, forem inadequadas (BAUDET, 2012).

Assim, as condições de armazenamento são fundamentais, visto que o principal objetivo do armazenamento de sementes é a manutenção da qualidade das mesmas, reduzindo ao mínimo a deterioração, processo este que inicia-se na maturidade fisiológica das sementes, e só termina no momento da semeadura (BAUDET, 2012).

A necessidade de conservar a diversidade das sementes bem como a viabilidade genética, muitas vezes, se contrapõe a interesses econômicos, quer seja através do monopólio da produção e comercialização das sementes, quer pela lei de proteção de cultivares. Além disso, grande parte da produção de variedades crioulas de milho está centralizada na agricultura familiar onde se registra baixo nível tecnológico e em áreas de semeadura que dificultam o manejo adequado.

Muitos agricultores, principalmente familiares, preferem as variedades tradicionais que possuem um papel econômico e afetivo muito importantes na dinâmica de vida e, também, na lógica de funcionamento das propriedades. Entende-se que as principais dificuldades enfrentadas pelos agricultores estão na dificuldade em trocar e obter as sementes, no baixo nível tecnológico empregado, na fragilidade dos cultivos devido a cruzamentos não controlados e no desinteresse das novas gerações.

Enfim, diante de tudo o que foi exposto, ainda é relevante inferir que apesar de existirem pesquisas relacionando a qualidade fisiológica, sanitária e a composição química com a viabilidade das sementes, esses assuntos não necessariamente são abordados conjuntamente. Desta forma, cabe a nós, pesquisadores, continuarmos realizando estudos para elucidar estas relações visando a produção de sementes de qualidade (requisito essencial para o sucesso de qualquer cultura) e a preservação destas variedades crioulas de milho que são importantes para a conservação da biodiversidade e variabilidade genética.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, L.; CANSI, E.; JURIATTI, C. Avaliação do rendimento sócio-econômico de variedades crioulas e híbridas comerciais de milho na microrregião de Chapecó. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v.2, n.1, p. 1230-1233, fev, 2007.

ANTONELLO, L. M. et al. Influência do tipo de embalagem na qualidade fisiológica de sementes de milho crioulo. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 4, p. 75-86, 2009.

ANTONELLO, L. M. et al. Situação sanitária de sementes de milho crioulo. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n.2, out., 2007.

ANTUNES, I. F. et al. Diversidade intrapopulacional em feijão crioulo como fonte de cultivares para nichos de mercado diferenciados. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 1, fev., 2007.

ARAÚJO, P. M.; NASS, L. L. Caracterização e avaliação de populações de milho crioulo. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 3, p. 589-593, 2002.

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigor testing handbook**. Lincoln: AOSA, 2002. 105p. Contribution, 32.

AZEVEDO, M. R. Q. et al. Influência das embalagens e condições de armazenamento no vigor de sementes de gergelim. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.3, p.519-524, 2003.

BARROS, A. S. R. et al. Teste de frio. In: KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, cap.5, 1999.

BAUDET, L. M. L. Armazenamento de sementes. In: PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. 3. ed. Pelotas: UFPel, 2012.

BERMEJO, H. J. E; LEON, J. **Cultivos Marginados: otra perspectiva de 1492**. Jardín Botánico de Córdoba (España), Roma: FAO, 1992. 339p. (Colección FAO: Producción y protección vegetal, 26).

BEVILAQUA, P.; et al. Banco de sementes de variedades crioulas e tradicionais da agricultura familiar de clima temperado. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.2, n.1, fev. 2007.

BITTENCOURT, S. R. M. et al. Metodologia alternativa para condução do teste de envelhecimento acelerado em sementes de milho. **Ciência Rural**, v. 42, n.8, p. 1360-1365, 2012.

BITTENCOURT, S. R. M.; VIEIRA, R. D. Temperatura e período de exposição de sementes de milho no teste de envelhecimento acelerado. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 161-168, 2006.

BOBATO, A. **Índice nutricional do nitrogênio: uma ferramenta para o diagnóstico do estado nutricional da cultura do milho**. 2006, 76 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

BRAND, S. C. et al. Qualidade fisiológica de sementes de milho crioulo. Universidade Federal de Pelotas, UFPel. In: XVI Congresso de Iniciação Científica – pesquisa e responsabilidade social, **Anais...** 27- 29 nov., 2007.

BRANDÃO, A. A. et al. Qualidade física de sementes, espigas e sabugos de diferentes variedades de milho crioulo. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 2, nov., 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de Análise Sanitária de Sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009a. 200 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009b. 399 p.

BRENNAN, C. S.; CLEARBY, L. J. The potential use of cereal (1-3,1-4)- β -glucans as functional food ingredients. **Journal of Cereal Science**, v. 42, n. 1, p. 1-13, 2005.

BUCKERIDGE, M. S. et al. Acúmulo de reservas. In: FERREIRA, A. G; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, cap.2, p. 31-50, 2004.

CÂMARA, R. J. **Cultivares crioulas de milho (Zea mays, L.) em sistema de produção orgânico – Desempenho agrônomo das plantas e composição química das sementes**. 2005, 78f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2005.

CAMPOS, A. V. **O reconhecimento de agricultores dos municípios de Anchieta – SC, que cultivam sementes de milho crioulo, como pesquisadores e detentores de propriedade intelectual sobre a melhoria dessas sementes**. 2006. 126p. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2006.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5 ed. Jaboticabal: Funep, 2012. 590p.

CASEIRO, R. F.; MARCOS FILHO, J. Procedimentos para condução do teste de frio em sementes de milho: pré-resfriamento e distribuição do substrato no interior da câmara fria. **Revista Brasileira de Sementes**, v.24, n.2, p.6-11, 2002.

CATALANI, A. L. et al. Fibras alimentares. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**, n. 18, p. 178-182, 2003.

CATÃO, H. C. R. M. et al. Qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de milho crioulo produzidas no norte de Minas Gerais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.10, p.2060-2066, out, 2010.

CATÃO, H. C. R. M. et al. Incidência e viabilidade de sementes crioulas de milho naturalmente infestadas com fungos em pré e pós-armazenamento. **Ciência Rural**, v.43, n.5, mai, 2013.

COELHO, C. M. M. et al. Características morfo-agronômicas de cultivares crioulas de feijão comum em dois anos de cultivo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, suplemento 1, p. 1177-1186, 2010.

COSTA, R. Q. et al. Qualidade fisiológica de sementes de milho crioulo e comerciais semeadas na região sudoeste da Bahia. **Enciclopédia Biosfera**. Goiânia: Centro Científico Conhecer, v. 9, n. 16; p. 1873-1880, 2013.

CRUZ, J. C. et al. Produção de Milho Orgânico da Agricultura Familiar. Ministério da Agricultura e Abastecimento. **Circular Técnica**, n. 81. p. 1-17, dez. 2006.

DELWING, A.; FRANKE, L. B.; BARROS, I. B. I Qualidade de sementes de acessos de melão crioulo (*Cucumis melo* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 2, p.187-194, 2007.

DIAS, M. C. L.; BARROS, A. S. R. **Avaliação da qualidade de sementes de milho**. Londrina: IAPAR, 1995. 43p. Circular, 88.

DUTRA, A .S.; VIEIRA, R. D. Envelhecimento acelerado como teste de vigor para sementes de milho e soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.3, p.715-721, 2004.

ELIAS, M. C. et al. O armazenamento de grãos no Brasil. In: ELIAS, M.C. **Armazenamento e conservação e conservação de grãos em médias e pequenas escalas**. Pelotas: UFPel, cap. 1, p. 14-25, 2002.

ELIAS, M. C. et al. Armazenamento de grãos. In: ELIAS, M.C. **Armazenamento e conservação e conservação de grãos em médias e pequenas escalas**. Pelotas: UFPel, cap. 4, p. 95-108, 2002.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Óleo de milho: aspectos químicos e nutricionais**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2004. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/item/25/simple-search?query=oleo+de+milho>> Acesso 16 set. 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Produção de sementes no âmbito da agricultura familiar: unidades coletivas de multiplicação de sementes: procedimentos e critérios para organização**. Brasília, DF: EMBRAPA Transferência de Tecnologia, 2006. 26p. (Convênio 3218 Embrapa/SNT MDA Fome Zero).

ENCYCLOPEDIA BRITANNICA ONLINE. **Corn: layers and structures of corn kernel**. Chicago, 2007. Disponível em: <http://www.britannica.com/eb/art-162?articleTypeld=1>. Acesso em: 03 set. 2013.

FESSEL, S. A. et al. Temperatura e período no teste de envelhecimento acelerado em sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.25, n.1, p.77-81, 2003.

FREITAS, R. A. de. Deterioração e armazenamento de sementes de hortaliças. In: NASCIMENTO, W. M. **Tecnologia de sementes de hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, p. 155-182, 2009.

FUKE, G. **Uso de grãos de cevada**: caracterização bromatológica de ratos em crescimento. 2007. 75f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

GUTKOSKI, L. C.; PEDÓ, I. **Aveia**: composição química, valor nutricional e processamento. São Paulo: Varela, 2000.

HELM, C. V.; FRANCISCO, A. D. Chemical characterization of brazilian hulles barley varieties, flour fractionation, and protein concentration. **Scientia Agricola**, v.61, n.6, p. 593-597, nov./dez. 2004.

HENNING, A. A. **Patologia e tratamento de sementes**: noções gerais. 2. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 52p. (Embrapa Soja. Documentos, 264).

JORGE, M. H. A. **Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de milho colhidas e secadas em espiga**. 2001. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2001.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B. Vigor de sementes, **Informativo ABRATES**, Brasília, v. 11, n. 3, p. 81-84, 2001.

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

LORINI, I.; BACALTCHUK, B. **A qualidade desejada na armazenagem de grãos no país**. 2007. Disponível em:
<<http://www.grupocultivar.com.br/site/content/artigos/artigos.php?id=291>>. Acesso em: 10 jul. 2013.

LUCCA FILHO, O. A. Patologia de Sementes In.: PESKE, S. T.; LUCCA FILHO, O. A.; BARROS, A. C. S. A. **Sementes: Fundamentos Científicos e tecnológicos**, 2 ed., 2012, 473p.

MAFFEI, H. V. L. Constipação crônica funcional: com que fibra suplementar? **Jornal de Pediatria**, v. 80, n. 3, p. 167-168, maio/jun., 2004.

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

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, cap.3, p.3-24, 1999.

MARCOS FILHO, J.; NOVENBRE, A. D. L. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de hortaliças. In: NASCIMENTO, W. M. **Tecnologia de sementes de hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, p. 185-243, 2009.

MATTOS, L. L. MARTINS, I. S. Consumo de fibras alimentares em população adulta. **Revista de Saúde Pública**, v. 34, n. 1, p. 50-55, 2000.

MCKEVITH, B. Nutritional aspects of cereals. **Nutrition Bulletin**, v. 29, p. 111-142, 2004.

MENEGUETTI, G. A.; GIRARDI, J. L.; REGINATTO, J. C. Milho crioulo: tecnologia viável e sustentável. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v.3, n.1, jan./mar. 2002.

MIRA, G. A.; GRAF, H.; CÂNDIDO, M. B. Visão retrospectiva em fibras alimentares com ênfase em beta-glucanas no tratamento de diabetes. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 45, n. 1, jan./mar., 2009.

MONDO, V. H. V. **Vigor de sementes e desempenho de plantas na cultura do milho**. 2009. 83 f. Tese (Doutorado em Ciências: Fitotecnia) – Universidade de São Paulo: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, São Paulo, 2009.

MIRANDA, G. V. et al. Resgate das variedades crioulas de milho na região de Viçosa - MG. **Revista brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 1, p. 1145-1148, jan., 2007.

MUNDSTOCK, C. M.; BREDEMEIER, C. **Qualidade de grãos de milho**. Porto Alegre: UFRGS, 2006. 112p.

NASS, L. L.; PATERNIANI, E. Pre-breeding: a link between genetic resources and maize breeding. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 3, p. 581-587, 2000.

NOAL, G. **Metodologia para avaliação da qualidade fisiológica e identificação do ponto de colheita de sementes de cultivares crioulas de milho**. 2013, 79 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Santa Maria, 2013.

NOVEMBRE, A. D. C. Avaliação da qualidade de sementes. **Seed News**, Pelotas, mai/jun, 2001.

OGLIARI, J. B. et al. A. Análise da diversidade genética de variedades locais de milho. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v.2, n.1, p. 191-195, jan. 2007.

OLIVEIRA, T. R. **Caracterização físico-química, fúngica e micotoxicológica de milho crioulo cultivado na região dos campos gerais do Paraná**. 2009, 80f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG, Ponta Grossa, 2009.

PADOVAN, M. P. et al. Resgate de variedades de milho e avaliação em diferentes ecorregiões do Mato Grosso do Sul, submetidas a manejo orgânico, **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v.2, n.1, p. 355-359, jan, 2007.

PAES, M. C. D. **Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA, 2006, (Circular técnica, 75). Disponível em: http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/2006/circular/Circ_75.pdf. Acesso em: 09.09.2011.

PARRELLA, N. N. L. D. **Armazenamento de sementes**. EPAMIG: MG, 2011. Disponível em: http://www.epamig.br/index.php?option=com_docman&task=download&gid=1519 Acesso: 09 jul. 2013.

PELWING, A. B.; FRANK, L. B; BARROS, I. B. I. Sementes crioulas: o estado da arte no Rio Grande do Sul. **RER**. Piracicaba, v. 46, n.2, p. 391-420, abr/jun, 2008.

PEREIRA, T. et al. Diversidade no teor de nutrientes em grãos de feijão crioulo no Estado de Santa Catarina. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 3, p. 477-485, 2011.

PERES, W. L. R. **Testes de vigor em sementes de milho**. 2010, 61f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Jaboticabal, 2010.

PESKE, S. T.; BARROS, A. C. S. A. Produção de sementes. In: PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. 3. ed. Pelotas: UFPel, 2012. 573 p.

PIMENTEL, M. A. G. et al. **Recomendações de boas práticas de armazenamento de milho em espiga para agricultura familiar**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. 11p., 2011. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 161).

PINTO, A. T. B.; et al. Characterization of corn landraces planted grown in the Campos Gerais region (Paraná, Brazil) for industrial utilization. **Brazilian Archives of Biology and Technology**. v. 52, n. special: pp. 17-28, nov. 2009.

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

QUEIROZ, V. A. V. et al. **Boas práticas e sistema APPCC na fase de pós-colheita de milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 28 p., 2009 (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 122).

REHMAN, Z. U.. Storage effects on nutritional quality of commonly consumed cereals. **Food Chemistry**, 95, p. 53-57, 2006.

ROLIM, R. R. et al. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho crioulo através do teste de germinação e condutividade elétrica. Universidade Federal do Ceará, Campus Cariri. In: IV Encontro Universitário da UFC no Cariri Juazeiro do Norte-CE, **Anais...**, 17 - 19 dez., 2012.

SANDRI, C. A.; TOFANELLI, M. B. D. Milho crioulo: uma alternativa para rentabilidade no campo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 38, n. 1, p. 59-61, mar. 2008.

SANTOS, J. P. Controle de pragas durante o armazenamento de milho. In: CRUZ, J. C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M. A. R.; MAGALHÃES, P. C. (Ed.). **A cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. p. 257-302.

SANTOS, P. M. et al. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho-doce pelo teste de envelhecimento acelerado. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.24, n.1, p.91-96, 2002.

SANTOS JÚNIOR, J. C. M. Constipação intestinal. **Revista Brasileira de Coloproctologia**, v. 25, n. 1, p. 79 - 93, jan./mar., 2005.

SATORRE, E. H. et al. Producción de granos. Bases funcionales para su manejo. (3ra edición) Editorial Facultad de Agronomía, Buenos Aires, Argentina. 783 p. 2010.

SILVA, M. Avaliação **da presença de fungos e micotoxinas na tecnologia de pós-colheita do milho**. 2007. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

SOARES, A. N. R. et al. Crescimento inicial de plântulas de acesso de melão (*Cucumis melo* L.) crioulo submetido ao estresse salino. **Revista Verde**, v.5, n.3, p. 224 - 230, jul./set. 2010.

SOUSA, P. H. M.; SOUZA NETO, M. A.; MAIA, G. A. Componentes funcionais nos alimentos. **Boletim de SBCTA**, v.3, n.2, p. 127-135, jul./dez. 2003.

SOUZA, S. A. et al. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de aveia preta. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.2, p.155-163, 2009.

TEIXEIRA, F. F. et al. **Boas práticas na manutenção de germoplasma e variedades crioulas de milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 8p., 2005. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado técnico, 113).

TEKRONY, D. M. Accelerated aging test. **Journal of Seed Technology**, Boise, v. 7, n. 3, p. 573-577, 1993.

TORRES, S. B. Qualidade de sementes de melancia armazenadas em diferentes embalagens e ambientes. **Revista Ciência Agronômica**, v. 36, n.2, maio - ago, p. 163-168, 2005.

TRINDADE, C. C. **Sementes crioulas e transgênicas: uma reflexão sobre sua relação com as comunidades tradicionais**. In: CONGRESSO NACIONAL DO CONPEDI, 15, Manaus. Anais... Manaus: CNC, 2006. p.1-15, 2006.

VIELMO, G. R. R. Resgate de sementes de milho crioulo em Ibarama (RS). **Ext. Rural e Desenvolvimento Sustentável**. Porto Alegre, v.1, n.1, set/dez, 2004.

VILLELA, F. A.; PERES, W. B. Tecnologia de sementes - Coleta, beneficiamento e armazenamento. **Germinação - do básico ao aplicado**, Porto Alegre, cap.17, p. 265-280, 2004.

WOLTZ, J. M.; TEKRONY, D. M. Accelerated aging test for corn seed. **Seed Technology**, Lincoln, v. 23, n.1, p. 21-34, 2001.

ZIEMBOWICZ, J. A. et al. Sementes crioulas: segurança alimentar pela diversidade. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.2, n.1, fev. 2007.

ZILIO, M. et al. Contribuição dos componentes de rendimento na produtividade de genótipos crioulos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 2, p. 429-438, abr-jun, 2011.