

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de Pós-Graduação em Ciência e
Tecnologia de Sementes



Dissertação

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE VARIEDADES
DE MILHO SOB ESTRESSE POR ALAGAMENTO E RESPOSTAS NO
ARMAZENAMENTO EM DIFERENTES EMBALAGENS**

ALFREDO JOSÉ SALINAS ARCIENEGA

Pelotas, 2020

Eng. Agr. Alfredo José Salinas Arcienega

**Qualidade fisiológica de sementes de variedades de milho sob estresse
por alagamento e respostas no armazenamento em diferentes embalagens**

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia
de Sementes da Universidade Federal de
Pelotas, como requisito parcial à
obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientador: Luciano Carlos da Maia, Dr. – FAEM/UFPeI

Co-orientador: Francisco Amaral Villela, Dr. – FAEM/UFPeI

Pelotas, 2020

Eng. Agr. Alfredo José Salinas Arcienega

Qualidade fisiológica de sementes de variedades de milho sob estresse por alagamento e respostas no armazenamento em diferentes embalagens

Dissertação aprovada, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data:

Banca Examinadora:

.....
Prof. Dr. Luciano Carlos da Maia (Orientador)
Doutor em Fitomelhoramento pela Universidade Federal de Pelotas UFPel

.....
Prof. Dr. Francisco Amaral Villela
Doutor em Fitotecnia pela Universidade de São Paulo USP

.....
Dr. Eduardo Venske
Doutor em Fitomelhoramento pela Universidade Federal de Pelotas UFPel

.....
Dra. Andrea Bicca Noguez Martins
Doutora em Ciências pela Universidade Federal de Pelotas

Dedico...

A minha mãe, meu avô e a minha família pelo incentivo e apoio incondicional nesta etapa da vida. A minha Pátria, onde o aprendido deverá ser implementado

Agradecimentos

Agradeço ao padre celestial, por permitir que eu possa viver esta única oportunidade para a superação e aprendizagem.

Agradeço ao programa PAEC OEA-GCUB por haver-me selecionado para a bolsa do mestrado sendo uma oportunidade única na minha vida

À CNPq-CAPES pela oportunidade de fazer parte dos bolsistas na dedicação da pesquisa e ciência, aportando para mim a bolsa do mestrado.

À República Federativa do Brasil, por haver-me acolhido como um cidadão desta pátria durante esses meses de aprendizagem, seu povo hospitaleiro do Rio Grande do Sul.

Aos Programas de Pós Graduação em: Ciência e Tecnologia de Sementes e Fitomelhoramento por serem os programas que me acolheram, além dos ensinamentos que aportaram para mim. Dentro destes programas agradecer a todos os professores, especialmente ao professor Luciano da Maia, Dr. e ao professor Francisco Amaral Villela, Dr. Por serem eles meus orientadores do trabalho quem guiou meus passos neste decorrer.

Aos colegas dos programas de Pós-graduação que foram de fundamental importância para superar os problemas e aplicar metodologias no trabalho.

Aos meus amigos que viraram uma família no Brasil, aqueles que foram um apoio em toda hora, agradeço seus conselhos e ensinamentos, o Pensionato Latino foi aquele cantinho donde as conversas viraram aprendizagem, não poderia pedir melhor companhia que aqueles amigos, agradeço o carinho e incentivo que me fazem continuar sempre.

À minha família, o pilar fundamental do meu crescimento pessoal, a minha mãe ela fez o possível para que eu pudesse estar aqui hoje e será por ela que irei a estar no futuro.

A todos vocês muito obrigado...

**Em tudo o que você faz,
sempre amar e servir,
porque ser mais é
para melhor servir.
(San Ignacio de Loyola)**

Resumo

SALINAS-ARCIENEGA, Alfredo José. **Qualidade fisiológica de sementes de variedades de milho sob estresse por alagamento e respostas no armazenamento em diferentes embalagens**. 2020. 65p. Dissertação de Mestrado em Ciências – Programa de pós graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2020.

O milho é uma das culturas mais importantes no mundo, fazendo parte da alimentação humana, como também da ração animal. Tendo em vista a sua importância, faz-se necessário pesquisar possibilidades de diferentes variedades para superar as barreiras de produção. O alagamento por períodos longos, é prejudicial para sementes de algumas variedades de milho, chegando a deteriorar a semente até ela perder as suas qualidades. Outro fator importante a ser levado em conta, é o tipo de embalagem com maior capacidade de manter a viabilidade e vigor das sementes, visando a realidade da agricultura familiar e de pequenos produtores. Os testes foram conduzidos no Laboratório de Análise de Sementes da Universidade Federal de Pelotas. Para o primeiro capítulo as sementes foram submetidas a tratamentos de alagamento por períodos de 0,1,2,3,4 e 5 dias a 27°C. Após os períodos foram realizadas as avaliações de primeira contagem de germinação, germinação, teste de frio sem solo, comprimento e peso de matéria seca. Para o segundo capítulo as sementes foram armazenadas em sacos de papel e garrafas PET por um período de seis meses em condições ambientais. Após esse período foram realizadas as avaliações de primeira contagem de germinação, germinação, frio, comprimento, massa seca, tetrazolio, condutividade elétrica e emergência em canteiros. Assim os objetivos do presente trabalho foram: 1) Avaliar a qualidade fisiológica das sementes de diferentes variedades de milho, que foram induzidas ao alagamento em períodos de tempo; 2) Avaliar a qualidade fisiológica de sementes de variedades de milho crioulo e híbrido, armazenadas, num período de seis meses, em embalagens permeáveis (sacos de papel) e impermeáveis (garrafas PET). As principais conclusões obtidas foram: 1) O alagamento de sementes de milho por diferentes períodos de tempo, afeta a sua qualidade fisiológica, diminuindo porcentagens de germinação, vigor, comprimento e massa seca, porém, a variedades: All 25, foi a mais estável e vigorosa nos períodos de alagamento testados.; 2) A variedade Pampa apresenta maior potencial de armazenamento de sementes e lotes armazenados em garrafas PET apresentaram menor deterioração ao longo dos seis meses de armazenamento, mostrando uma boa qualidade ao final do período, assinalando que podem ser uma boa alternativa para armazenamento de lotes pequenos de sementes.

Palavras-chave: Agricultura familiar; estresse abiótico; pós-colheita; variedades crioulas

Abstract

SALINAS-ARCIENEGA, Alfredo José. **Physiological quality of seeds of maize varieties under flood stress and responses in storage in different packages.** 2020. 65p. Master's Dissertation in Sciences - Postgraduate Program in Seed Science and Technology, Faculty of Agronomy Eliseu Maciel, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2020.

Maize is one of the most important crops in the world, part of human food, as well as animal feed. In view of its importance, it is necessary to research possibilities of different varieties in order to overcome production barriers. Flooding for long periods is harmful to seeds of some varieties of corn, and the seed deteriorates until it loses its qualities. Another important factor to be taken into account is the type of packaging with the greatest capacity to maintain the viability and vigor of the seeds, aiming at the reality of family farming and small producers. The tests were conducted at the Seed Analysis Laboratory of the Federal University of Pelotas. For the first chapter, the seeds were subjected to flooding treatments for periods of 0,1,2,3,4 and 5 days at 27 ° C. After the periods, evaluations of the first germination count, germination, cold test without soil, length and weight of dry mass were carried out. For the second chapter the seeds were stored in paper bags and PET bottles for a period of six months under ambient conditions. After this period, evaluations of the first germination count, germination, cold, length, dry mass, tetrazolium, electrical conductivity and emergency were carried out. Thus, the objectives of the present work were: 1) To evaluate the physiological quality of seeds of different varieties of maize, which were induced to flooding in periods of time; 2) To evaluate the physiological quality of seeds of varieties of Creole and hybrid maize, stored, in a period of six months, in permeable (paper bags) and impermeable (PET bottles) packages. The main conclusions obtained were: 1) The flooding of corn seeds for different periods of time, affects their physiological quality, decreasing percentages of germination, vigor, length and dry mass, however, the varieties: All 25, was the most stable and vigorous in the tested flooding periods .; 2) The Pampa variety has greater seed storage potential and lots stored in PET bottles showed less deterioration over the six months of storage, showing good quality at the end of the period, pointing out that they can be a good alternative for storage of small lots of seeds.

Keywords: Abiotic stress; creole varieties; family farming; post-harvest;

Lista de Figuras

- FIGURA 1** – Precipitação Pluviométrica Anual 2019 (A), Temperatura Mínima Anual 2019 (B), Temperatura Máxima Anual 2019 (C) E Temperatura Média Anual 2019 (D) Fonte: Estação Agroclimatologia De Pelotas Rs (Campus Capão De Leão) 201922
- Figura 2-** Curvas de tendência de primeira contagem de germinação (A) e porcentagem total de germinação (B), sob diferentes períodos de alagamento de sementes de milho, para as variedades de: All 25, Cateto Amarelo, Cunha, hd-SHS5050 e ht-BMX270.....33
- Figura 3-** Curvas de tendência de comprimento de raiz (A) e comprimento de parte aérea (B), sob diferentes períodos de alagamento de sementes de milho, para as variedades de: All 25, Cateto Amarelo, Cunha, hd-SHS5050 e ht-BMX270.34
- FIGURA 4-** Curvas de tendência do teste de frio sem solo (A) e massa seca de plântulas (B), sob diferentes períodos de alagamento de sementes de milho, para as variedades de: All 25, Cateto Amarelo, Cunha, hd-SHS5050 e ht-BMX270. 35

Lista de Tabelas

TABELA 1. Variedades de milho estudadas. FAEM/UFPEL, 2020.	22
TABELA 2. Resumo da análise de variância para as variáveis: porcentagem de germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), teste de frio (F), comprimento de raiz (CR), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento total de plântula (CTotal) e massa seca total de plântula (MSP), em variedades de milho submetidas a diferentes períodos de alagamento FAEM/UFPEL, 2020...	27
TABELA 3. Valores da interação de variedades de milho dentro de cada período de alagamento para as variáveis: porcentagem de germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), teste de frio como vigor (F), comprimento de raiz (CR), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento total de plântula (CTotal) e massa seca de plântula (MSP). FAEM/UFPEL, 2020.	30
TABELA 4. Resumo da análise de variância para as variáveis: primeira contagem de germinação (PCG), porcentagem de germinação (G), teste de frio (F), comprimento de raiz (CR), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento total de plântula (CTotal), massa seca de raiz (MSR), massa seca de parte aérea (MSPA), massa seca total de plântula (MST), teste de tetrazolio (TZ), condutividade elétrica (CE), teor de umidade (U) e emergência em campo (E) de sementes e plântulas de variedades de milho armazenadas por seis meses em diferentes embalagens. FAEM/UFPEL, 2020.....	43
TABELA 5. Porcentagens de umidade: inicial, após seis meses de armazenamento em sacos de papel e após seis meses de armazenamento em garrafas PET. FAEM/UFPEL, 2020.....	44
TABELA 6. Médias e estimativas de primeira contagem de germinação (PCG), porcentagem de germinação (G), teste de frio (F), comprimento de raiz (CR), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento total de plântula (CTotal), massa seca de raiz (MSR), massa seca de parte aérea (MSPA), massa seca total de plântula (MST), teste de tetrazolio (TZ), condutividade elétrica (CE) e emergência em campo (E). FAEM/UFPEL, 2020.....	49

Sumário

1	Introdução geral	12
1.1	Revisão de Literatura	14
1.1.1	A cultura do Milho	14
1.1.2	Variedades de milho	15
1.1.3	Qualidade Fisiológica de Sementes.....	16
1.1.4	Vigor de sementes	17
1.1.5	Alagamento	18
1.1.6	Armazenamento e deterioração de sementes	19
2	Material e métodos	21
2.1	Multiplicação de sementes, área experimental	21
3	Capítulo I	23
3.1	Introdução	23
3.2	Material e métodos.....	25
3.3	Resultados e discussão	27
3.4	Conclusões	37
4	Capítulo II	38
4.1	Introdução	38
4.2	Material e métodos.....	40
4.3	Resultados e discussão	42
4.4	Conclusões	51
5	Considerações finais.....	52
	Referências Bibliográficas.....	54
	ANEXOS.....	62

1 Introdução geral

O milho é considerado uma das culturas mais importantes no cenário agrícola mundial, decorrente da ampla aptidão de utilizações que esta gramínea apresenta, sendo imprescindível para a alimentação animal (CARVALHO *et al.*, 2016). Em contrapartida, este cereal revela fundamental importância para a alimentação humana *in natura*, também sendo matéria prima para a obtenção de amidos, farinhas, canjicas, pães, bebidas e mingaus (CARDOSO *et al.*, 2010). Esta aptidão é justificada principalmente devido aos grãos do milho possuírem em torno de 72,4% de amido, 8,2% de proteína bruta, 3,6% de lipídios e 1,2% de material mineral (ROSTAGNO, 2011).

O milho é um dos cereais mais cultivados no Brasil, sendo de grande importância para a balança comercial de vários países, tanto o produto *in natura* como os subprodutos derivados do cereal (CATÃO *et al.*, 2007). Nas estimativas da Companhia Nacional de Abastecimento CONAB, para o milho, o primeiro relatório 2019/2020 divide a safra anual em três ciclos para a cultura, diferente de estimativas anteriores. Ainda assim, somando tudo, a previsão é de uma produção 1,7% menor, podendo chegar a 98,389 milhões de toneladas. A primeira safra é estimada em 26,293 milhões de toneladas, a segunda em 70,936 milhões e a terceira em 1,159 milhão de toneladas (CONAB, 2020).

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 (STEFANELLO, 2014). Ao considerar a importância agrícola, econômica e social do milho muitos são os esforços direcionados pelos programas de melhoramento genético para incrementar a produtividade de grãos (LIMA; BELLAYER, 1999), e obter genótipos que respondam eficientemente à melhoria das técnicas de manejo disponíveis (RIBEIRO *et al.*, 2016).

As sementes crioulas foram sendo cada vez menos cultivadas, visto que houve uma substituição das variedades crioulas por cultivares híbridos, em função da obtenção de maiores produtividades. Atualmente, há uma preocupação dos pequenos

agricultores e agroecologistas, em resgatar sementes crioulas visando, além de outros objetivos, a preservação da diversidade genética no sistema agrícola. Essas sementes geralmente são manejadas por pequenos agricultores e, por serem mais rústicas, o cultivo é realizado com menor necessidade de gastos com insumos, além de suportarem melhor os estresses bióticos e abióticos (TERRA, 2009).

O rendimento de uma lavoura depende de vários fatores, dentre eles o conhecimento sobre a qualidade das sementes. A importância da qualidade fisiológica e sanitária é imprescindível na implantação da cultura a campo e, a partir deste conhecimento, presume-se o comportamento da produção no decorrer do ciclo (NOAL, 2013). Segundo Muniz *et al.* (2004) a avaliação do potencial fisiológico das sementes é um importante componente de controle de qualidade, destinado a garantir um desempenho satisfatório das sementes, visto que entre o potencial fisiológico e a qualidade sanitária há uma relação direta. As modificações verificadas na qualidade fisiológica das sementes normalmente são observadas pelo decréscimo na porcentagem de germinação, no aumento de plântulas anormais e por uma redução de vigor de plântulas (CARVALHO; NAKAGAWA, 1980; SMIDERLE; CÍCERO, 1998).

Encontrar novas alternativas para superar os limites de produção e melhorar as alternativas de armazenamento de sementes para manter sua qualidade inicial, ao mesmo tempo que possa ser utilizado por pequenos produtores, é de fundamental importância. Neste contexto, os objetivos deste trabalho foram; 1) Avaliar a qualidade fisiológica das sementes de diferentes variedades de milho crioulo, que foram induzidas ao alagamento em diferentes períodos de tempo e 2) Estimar a qualidade fisiológica de sementes de variedades de milho crioulo e híbrido, armazenadas, num período de seis meses, em embalagens permeáveis (sacos de papel) e impermeáveis (garrafas PET).

1.1 Revisão de Literatura

1.1.1 A cultura do Milho

O milho (*Zea mays* L.) é originário da América Central especificamente do México. Estudos arqueológicos no vale do Tehucan relatam que os primeiros cultivos deste cereal ocorreram por volta de 7000 a.C (BERTOLINI *et al.*, 2005). Algumas teorias foram desenvolvidas com intuito de elucidar o surgimento desta espécie, sendo estas baseadas em estudos moleculares e distâncias genéticas, que revelaram ser o milho é descendente da espécie *Zea mays spp. Parviglumis* (DOEBLEY; STEC, 1993), conhecido popularmente como Teosinto e oriundo do Sul da Guatemala.

O cereal é caracterizado como uma espécie diploide com genoma base composto por dez ($2n=2x=20$) cromossomos (DOEBLEY, 1990; PARTERNIANI; CAMPOS, 1999). É uma planta anual, estival, ereta, com baixo afilamento (predominantemente unicolmo), classificada no grupo das plantas C-4, com ampla adaptação a diferentes condições de ambiente. Para apresentar o seu máximo potencial produtivo, a espécie requer temperatura alta (24 e 30°C), radiação solar elevada e adequada disponibilidade hídrica do solo (SILVA, 2009).

O milho apresenta sistema radicular fasciculado com presença de raízes adventícias, a altura de planta varia de 1 a 4 metros, o colmo é cilíndrico e ereto, sem ramificações e com folhas completas expostas de forma alternada, com presença de lígula e aurícula, e os limbos foliares são longos, largos e planos (GOODMAN; SMITH, 1987). A inflorescência masculina recebe o nome popular de pendão, é composta de um eixo central e com várias ramificações laterais, posicionada na extremidade apical da planta. A inflorescência feminina é denominada espiga, e se origina de um colmo com entrenós mais condensados, onde a flor é parcialmente envolvida por lema e pálea. As flores são pequenas e apresentam um pistilo funcional com um único ovário basal e estigmas longos que são expostos para a polinização. A ráquis é formada pelo arranjo polístico das espiguetas muito adensadas (PARTERNIANI; CAMPOS, 1999). Os grãos são frutos caracterizados como cariopse (tegumento da semente totalmente ligado ao pericarpo), constituídos por 85% endosperma, 10% embrião e 5% pericarpo. Na semente, o embrião está posicionado em uma depressão da face superior do endosperma perto da base do grão (GOODMAN; SMITH, 1987).

1.1.2 Variedades de milho

No milho, assim como para qualquer outra espécie, para se obter progresso em um programa de melhoramento, para qualquer característica, o fator primordial é a existência de variabilidade genética. A maior parte dos esforços direcionados na avaliação da variabilidade está concentrada em caracteres quantitativos (GARBUGLIO *et al.*, 2009).

A expressão fenotípica destes caracteres é determinada pela constituição genética e os efeitos do ambiente em que este genótipo está inserido (ALLARD, 1971). Desta maneira, as diferenciações nas populações de milho podem ser embasadas nos períodos de maturação, características morfológicas da planta, da espiga e dos grãos, atributos fisiológicos, genéticos, citológicos e pela finalidade de utilização (HARLAN, 1992).

Como fontes de germoplasma para o melhoramento podem ser utilizadas populações *landraces* (crioulas), populações adaptadas, populações exóticas e híbridos comerciais, estando estes prontamente disponíveis para extrair linhagens e obter híbridos futuramente, bem como, variedades de polinização aberta (VPAs) melhoradas (BARETTA *et al.*, 2016).

As variedades crioulas de milho, mesmo sendo potencialmente menos produtivas que as cultivares comerciais, apresentam grande variabilidade genética e são adaptadas à região onde ocorrem (ARAÚJO; NASS, 2002;). Para Sandri *et al.* (2008), aparecem como uma alternativa viável para sistemas de cultivos sob baixo nível de investimento tecnológico e de capacidade financeira. As sementes de variedades crioulas foram sendo cada vez menos cultivadas, visto que houve uma substituição destas por cultivares híbridas comerciais, em função da obtenção de maiores produtividades (NOAL, 2013). 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.

Os primeiros estudos com milho híbrido foram realizados por Beal 1880, que após fazer o cruzamento entre duas diferentes variedades observou o incremento da

produtividade quando semeou as sementes no ano seguinte, descrevendo esse fenômeno como heterose. Shull e East em 1909 foram os primeiros melhoristas a realizar testes com linhagens endogâmicas de milho e obtenção de híbridos. O sistema sugerido por Shull e East embora muito promissor tinha algumas limitações do ponto de vista econômico, mas em 1918 D.F. Jones sugeriu obter híbridos duplos oriundos do cruzamento de dois híbridos simples, envolvendo quatro linhagens endogâmicas, e sua percepção melhorou a viabilidade econômica da produção de sementes em escala comercial (CARVALHO, 2018). Shull (1912) reportou que linhagens endogâmicas de milho apresentavam deterioração no vigor e na produtividade, mas os híbridos oriundos dessas linhas endogâmicas se recuperavam imediata e completamente, e em muitos casos excedia a produtividade das variedades das quais as linhas endogâmicas tinham se originado.

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 de milho (STEFANELLO, 2014). 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). De acordo com Borém (2001), o Brasil foi o segundo país a utilizar híbridos comercialmente, o que causou um aumento de 75% na produtividade de grãos em relação a cultivares utilizadas anteriormente. Em contrapartida, essa larga utilização de híbridos foi provavelmente o motor do gradativo abandono dos crioulos.

1.1.3 Qualidade Fisiológica de Sementes

Qualidade fisiológica da semente é a sua capacidade de desempenhar funções vitais, caracterizada pela sua germinação, seu vigor e a sua longevidade (POPINIGIS, 1977). 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).

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, 2009). No entanto, este teste não oferece informações suficientes para determinar a qualidade de um lote, 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).

Desta forma, a utilização de mais de um teste de vigor 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, 2012). A alta qualidade da semente reflete-se diretamente na cultura resultante, em termos de uniformidade, ausência de moléstias transmitidas pela semente, alto vigor das plantas e da maior produtividade (POPINIGIS, 1977). As modificações verificadas na qualidade fisiológica das sementes normalmente são observadas pelo decréscimo na porcentagem de germinação, no aumento de plântulas anormais e por uma redução de vigor de plântulas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

1.1.4 Vigor de sementes

Vigor é o conjunto das propriedades da semente que determinam o nível de atividade e desempenho da semente ou do lote de sementes durante a germinação e emergência das plântulas, assim, sementes que apresentam bom desempenho são chamadas vigorosas, enquanto, as que apresentam fraco desempenho são chamadas de baixo vigor (TILLMAN, 2012). O vigor é definido pela *Association of Official Seed Analysis* (AOSA, 1983) como as propriedades da semente que determinam o potencial para emergência rápida e uniforme com o crescimento de plântulas normais, sob ampla faixa de condições do ambiente. Os testes de vigor têm como objetivos básicos

detectar diferenças significativas na qualidade fisiológica de lotes com alta germinação, distinguir lotes de alto e baixo vigor, e separar lotes em diferentes níveis de vigor de maneira proporcional à emergência em campo, resistência ao transporte e potencial de armazenamento (MARCOS FILHO, 2005).

Os métodos para a avaliação do vigor podem ser classificados em diretos, quando realizados no campo ou em condições de laboratório que simulem fatores adversos de campo; ou indiretos, quando realizados em laboratório, mas avaliando as características físicas, fisiológicas e bioquímicas que expressam a qualidade das sementes (FERREIRA; BORGHETTI, 2004). A inadequação do teste de germinação para estimar a emergência das plântulas em campo, sob condições adversas do ambiente, estimulou o desenvolvimento de conceitos de vigor e novos testes foram desenvolvidos para aumentar a eficiência da avaliação da qualidade das sementes (MCDONALD JUNIOR; WILSON, 1979).

De modo geral, o baixo vigor das sementes é associado a reduções na velocidade e uniformidade da emergência, no tamanho inicial das plântulas, na produção de massa seca, na área foliar e conseqüentemente nas taxas de crescimento da cultura (SCHUCH *et al.*, 2000; MACHADO, 2004). Os diferentes testes de vigor tem como objetivos: 1) Detectar diferenças na qualidade fisiológica de lotes com alta germinação, 2) Distinguir, com segurança, lotes de alto e baixo vigor e 3) A separação de lotes em diferentes níveis de vigor, de maneira proporcional à emergência das plântulas em campo, potencial de armazenamento e resistência ao transporte (TILLMANN, 2012).

1.1.5 Alagamento

O alagamento é um dos estresses ambientais que podem reduzir severamente o crescimento e a produtividade do cultivo de milho, a limitação no teor de oxigênio é o principal estresse nas plantas alagadas, seguido pela deficiência mineral, diminuição da disponibilidade e absorção de nitrogênio do solo, aumento de compostos tóxicos no solo, como metano, íons ferrosos de etileno ou manganês, aumento de organismos causadores de doenças (JACKSON; DREW, 1984).

As plantas de milho respondem ao alagamento passando por mudanças nos níveis moleculares, bioquímicos e estruturais da célula. O significado adaptativo do aerênquima reside no fato de que o tecido oferece baixa resistência à difusão do ar em tecidos submersos e, portanto, pode promover a sobrevivência ao encharcamento (DREW *et al.*, 1979).

O alagamento do solo leva a uma rápida embebição, que causa injúrias ao tegumento das sementes (HOU; THSENG, 1991) e uma baixa disponibilidade de oxigênio, induzindo a um desvio do metabolismo aeróbico para o metabolismo fermentativo, desta forma, a semente já danificada tem menor quantidade de energia disponível para o processo germinativo, refletindo em menor vigor (RICHARD *et al.*, 1991). As hipóteses são que limitações no conteúdo de oxigênio é o estresse primário em plantas de milho sob encharcamento, e adaptações morfológicas no sistema radicular estão associadas a tolerância ao encharcamento; e, que características secundárias identificadas em germoplasma de milho sob condições de estresse de encharcamento servem à seleção e melhoramento de genótipos tolerantes (DURÃES *et al.* 2001).

Os solos de várzea no Rio Grande do Sul ocupam área de aproximadamente 5,4 milhões de hectares, o que representa 20% da área do Estado. Nestes solos, há muitas décadas, vem sendo exercido o monocultivo do arroz irrigado, associado à pecuária de corte. Este sistema produtivo tem contribuído para reduzir a capacidade produtiva destes solos. A avaliação quantitativa da qualidade do solo é fundamental na determinação da adequação dos sistemas de manejo a serem utilizados, considerando-se o solo e a espécie a ser cultivada (GOMES *et al.* 2006).

1.1.6 Armazenamento e deterioração de sementes

As sementes devem ser armazenadas desde a colheita até a época de semeadura na temporada seguinte, considerando que, ao serem colhidas, as sementes são desligadas da planta mãe, que até esse momento era seu ambiente natural, passando a ser responsabilidade do homem a conservação das mesmas nas melhores condições durante esse período (BAUDET; VILLELA, 2012). 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). O teor de água das sementes tem relação com a umidade relativa do ar, 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).

As sementes são higroscópicas, ou seja, tem a capacidade de trocar umidade com o ambiente que as rodeia, sendo que num ambiente úmido, as sementes secas absorverão umidade do ar e, inversamente, sementes úmidas em um ambiente seco perderão umidade para o ar, existindo uma relação de absorção e perda de umidade entre as sementes e o ambiente que as rodeia. Há também um ponto de equilíbrio onde se igualam as pressões de vapor e umidade, tanto da semente como do ar, esse ponto é chamado de ponto de equilíbrio higroscópico PEH (BAUDET; VILLELA, 2012).

Segundo Delouche (1976), a deterioração de sementes é definida como uma série de processos que envolvem transformações degenerativas, desde a deterioração das membranas celulares, redução das atividades essenciais, até eventualmente, causar a morte da semente. 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 de água entre as sementes e a atmosfera e das condições do ambiente em que as sementes permanecem armazenadas (BAUDET, 2012; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). De modo geral, existem três tipos de embalagens, classificadas quanto à possibilidade de trocas de vapor de água com o ar atmosférico (permeáveis, semipermeáveis e impermeáveis). A escolha da embalagem depende da umidade inicial, da umidade relativa do ar, 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 as mais indicadas para armazenar as sementes, para conservação por longos períodos de tempo (MARCOS FILHO, 2005; VILLELA; PERES, 2004).

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). Delouche (1968), enunciou dez preceitos básicos do armazenamento de sementes, sendo recomendável que sejam seguidos, para assegurar a manutenção da qualidade das sementes durante seu armazenamento e, assim, evitar que todo o esforço dispendido na produção das sementes tenha sido em vão.

2 Material e métodos

2.1 Multiplicação de sementes, área experimental

A multiplicação de sementes foi realizada no campo experimental da Palma, Capão do Leão – RS, na Área do Centro de Genômica e Fitomelhoramento da Universidade Federal de Pelotas na safra 2018/2019,

No presente trabalho foram estudadas 9 variedades (7 crioulas e 2 híbridos comerciais): Taquarão, Caiano Rajado, All 25, Cateto amarelo, Branco Roxo Indio, Cunha, BRS 5202 (Pampa), HD-SHS 5050 e HT-BMX 270 (Tabela 1). A semeadura foi procedida com auxílio de semeadora manual “saraquá”, realizada em 29 de outubro de 2018 e a colheita em 27 de março de 2019. Foram feitas as aplicações de inseticidas fisiológico: Rimon, sistêmicos: Brilhante BR e de Contato: Karate Zeon 50 CS, para o controle da lagarta. No controle de espécies invasoras foram utilizados os herbicidas: Glifosato Zappi QI, pré-emergente: Primatop e pós-emergente: Nico (Nicosulfuron).

Após a colheita das variedades de milho, ainda em sabugo, foram embaladas em sacos de pano e levados para o secador estacionário, de ar forçado (Anexo C), o teor de água médio das sementes, na fase de colheita dos lotes foi de 24 %, pelo método de estufa a 105°C (BRASIL, 2009). Após 36 horas no secador, as sementes atingiram uma média de teor de água de 14 %. O milho foi debulhado manualmente, para depois ser separado nos diferentes lotes de sementes por variedades, os lotes de sementes foram armazenados em câmara fria (12°C) com regulação de umidade relativa do ar a 70%.

Tabela 1. Variedades de milho estudadas. FAEM/UFPEL, 2020.

Variedade	Classificação	Origem
1. Taquarão	Crioula	UNAIC - Canguçu/RS
2. Caiano Rajado	Crioula	UNAIC - Canguçu/RS
3. Al 25	VPA	UNAIC - Canguçu/RS
4. Cateto Amarelo	Crioula	UNAIC - Canguçu/RS
5. Branco Roxo Indio	Crioula	UNAIC - Canguçu/RS
6. Cunha	Crioula	UNAIC - Canguçu/RS
7. Brs5202 (Pampa)	Sintética	Embrapa Clima Temperado
8. HD - SHS5050	Híbrida	Santa Helena Sementes
9. HT - BMX 270	Híbrida	Santa Helena Sementes

UNAIC – União das Associações Comunitárias do Interior de Canguçu/RS. Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Estação Clima Temperado.

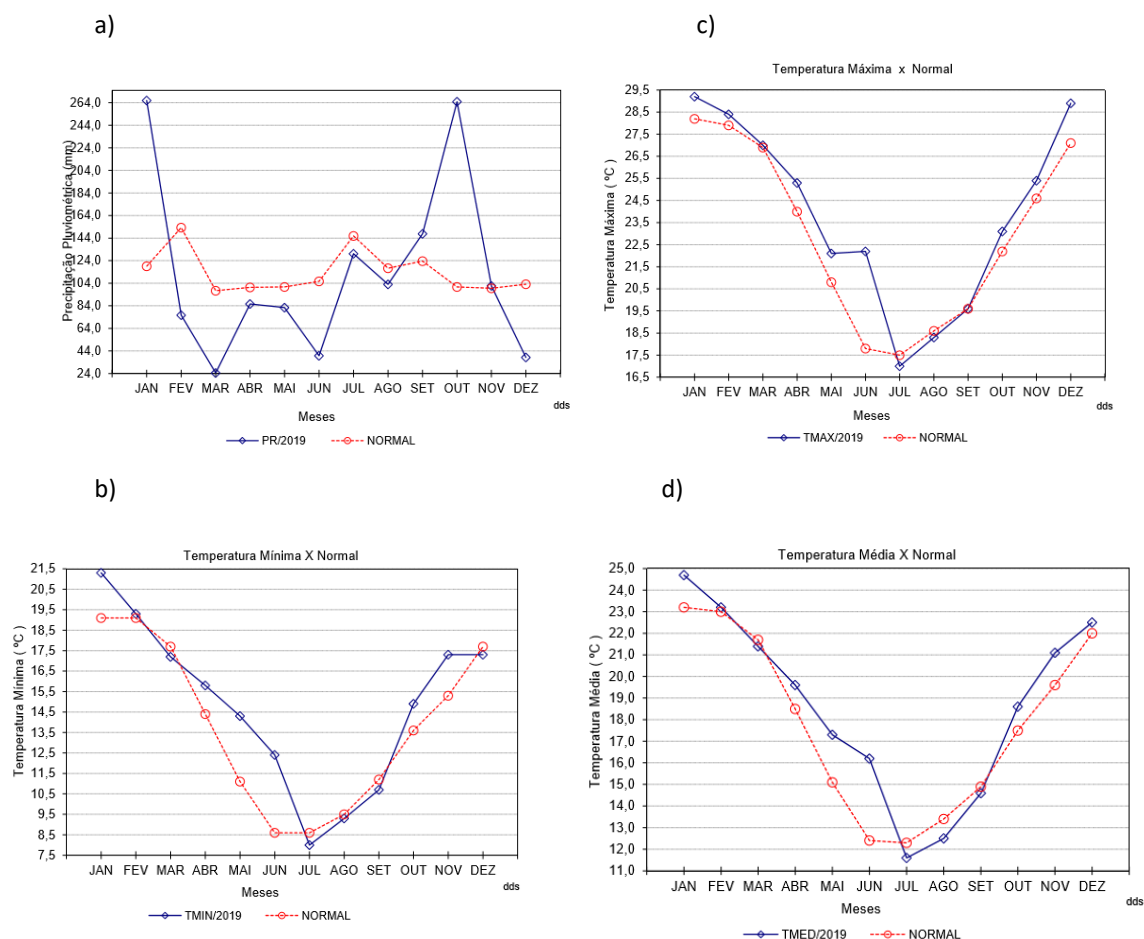


Figura 1 – Precipitação pluviométrica anual 2019 (a), Temperatura mínima anual 2019 (b), Temperatura máxima anual 2019 (c) e Temperatura média anual 2019 (d) Fonte: Estação agroclimatologia de Pelotas RS (Campus Capão de Leão) 2019

3 Capítulo I

Qualidade fisiológica de sementes de variedades de milho sob diferentes períodos de alagamento

3.1 Introdução

Os solos de várzea, encontrados nas planícies de rios, lagoas e lagunas, apresentam como característica comum à formação em condições variadas de deficiência de drenagem (hidromorfismo), ocupam extensas áreas, em geral em baixas altitudes (0-200 m), com relevo variando de plano a suave ondulado (GOMES *et al.*, 2006). Estima-se que no Brasil existem 28 milhões de hectares em condições de alagamento, área que poderiam ser incorporados ao sistema produtivo. As áreas que apresentam esse tipo de condição possuem geralmente média ou alta fertilidade e são utilizadas para o cultivo de arroz, no entanto, existe um interesse dos produtores na utilização destas áreas através da semeadura de uma segunda opção, sendo o milho uma alternativa (MAGALHÃES *et al.*, 2012).

Drew *et al.* (1979), mencionaram o milho como uma espécie que apresenta alguma tolerância ao alagamento pela rápida formação de raízes adventícias e a adaptação morfológica da formação de aerênquima nas raízes. O crescimento das raízes adventícias e a formação de espaços aéreos nelas são reconhecidas como as respostas adaptativas as inundações nas plantas superiores (KRAMER, 1951, 1969; ARMSTRONG, 1971; COUTTS, 1978).

O processo de germinação, em sementes, depende de vários fatores importantes, entre eles o suprimento de oxigênio, durante o período de embebição, induz uma alteração da via respiratória aeróbica para a fermentativa ou anaeróbica (NEUMANN *et al.*, 1999). Durante o início da germinação, a demanda de oxigênio poderá não ser tão elevada quanto pela água, até que a cobertura protetora da semente seja rompida pela saída da plântula, a partir daí, a respiração será maior e a demanda por oxigênio aumentará tornando-se indispensável para a continuação da vida, pois em condições de hipóxia, não haverá disponibilidade de oxigênio, e a semente não desenvolverá uma plântula (ZIMMER, 2012).

Durante o alagamento ocorre, também, injúria por rápida embebição, isto é, entrada de água, em grande quantidade e rapidez, no interior da semente devido à diferença de potencial hídrico entre o interior da semente e o meio no qual ela se encontra, podendo aumentar, na fase de embebição, de -400MPa até -1MPa, o que reflete uma considerável entrada de água (COLL *et al.*, 1992; CASTRO; VIEIRA, 2001). Segundo Richard *et al.* (1991) o dano por embebição será proporcional a diferença de potencial hídrico entre a semente e o meio. Ainda, a semente danificada tem menor quantidade de energia disponível para o processo germinativo, refletindo em menor vigor. Os esforços no sentido de otimizar e alinhar os inúmeros métodos para a avaliação do vigor em laboratório, tem tentativas de reproduzir situações verificadas em campo, ou de estudar características fisiológicas das sementes (PERES, 2010).

Solos com altos níveis de compactação, drenagem deficiente e sujeitos a alto regime pluvial ou a sistemas de irrigação inadequados apresentam problemas de aeração, que resultam em condições de hipóxia (baixa pressão de oxigênio) ou anoxia (ausência de oxigênio) no ambiente radicular (ALVES *et al.*, 2002). Embora seja necessário aprender sobre as respostas das plantas ao alagamento, sabe-se muito sobre os fatores no entorno do alagamento que prejudicam ao crescimento e desenvolvimento normal das plantas (JACKSON; DREW 1984). De acordo com Khan *et al.* (2017) a emergência lenta dá como resultado plantas mais pequenas e fracas, as quais são vulneráveis as enfermidades transmitidas pelo solo, os períodos de emergência prolongada acrescentam a compactação do solo, particularmente em condições de alagamento. A deficiência de oxigênio no solo causada pelo excesso de água altera a expressão de genes, levando, em alguns casos, a um ajustamento metabólico, anatômico ou morfológico, que permite às plantas sobreviverem por períodos mais prolongados nessa condição desfavorável (ALVES *et al.*, 2000).

Novas culturas deverão ser implementadas em áreas agrícolas com condições de alagamento, embora o milho seja uma das opções, sabe-se que sementes de baixa qualidade fisiológica não tem o vigor para superar condições desfavoráveis, além disso o melhoramento genético é uma ferramenta indispensável na superação de barreiras agrícolas. Por tanto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade fisiológica das sementes de diferentes variedades de milho, as quais foram submetidas a diferentes períodos de alagamento.

3.2 Material e métodos

O experimento foi conduzido no laboratório didático de Análises de Sementes pertencente a Universidade Federal de Pelotas no campus Capão do Leão.

Das variedades de milho multiplicadas (Tabela 1), foram utilizadas cinco neste experimento sendo as mesmas: 1) All 25, 2) Cateto Amarelo, 3) Cunha, 4) HD - SHS5050 e 5) HT - BMX 270. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado (DIC) organizado em um esquema fatorial, 5 variedades de milho x 6 períodos de alagamento das sementes.

As sementes das variedades de milho foram primeiramente desinfestadas com hipoclorito de sódio (1%) por 10 min, após o período de desinfestação foram submersas em 100 ml de água destilada em copos plásticos de 250 ml, contendo cada copo 200 sementes. Para a prevenção do crescimento de fungos foi adicionado o fungicida (Baytan SC) 10 µl para cada copo de 250 ml. As sementes submetidas ao alagamento foram, então, incubadas em germinador a 27 °C no escuro, por 0, 1, 2, 3, 4 e 5 dias de acordo com a adaptação da metodologia descrita por MARTIN *et al.*, 1988, DANTAS *et al.*, 2000 e CUSTÓDIO *et al.*, 2002.

Para avaliar o efeito dos períodos de alagamento no desempenho fisiológico de sementes de milho foram realizados os seguintes testes:

Germinação: o teste foi conduzido com quatro subamostras de 50 sementes por tratamento, sendo as sementes dispostas entre três folhas de papel *Germitest* marrão, umedecidas com água na proporção de 2,5 vezes, a massa do papel seco. Foram formados rolos de papel, os quais foram transferidos para câmara de germinação do tipo B.O.D. a temperatura de 25°C. A avaliação foi realizada aos sete dias após a semeadura e os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009).

Primeira contagem da germinação: realizada conjuntamente ao teste de germinação, quatro dias após a semeadura, conforme indicação de Regras de Análises de Sementes. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009).

Comprimento de parte aérea e de raiz primária das plântulas: foram utilizadas quatro subamostras de 10 plântulas, ao final do teste de germinação. O comprimento de parte aérea foi obtido pela distância entre a inserção da porção basal da raiz primária ao ápice da parte aérea e o comprimento da raiz primária foi determinado pela distância entre a parte apical e basal da raiz primária. Os resultados foram expressos em milímetros por plântula (mm plântula⁻¹).

Massa seca de plântula: obtidas a partir de quatro subamostras de 10 plântulas, ao final do teste de germinação. Para isso, as plântulas foram acondicionadas em envelopes de papel pardo e submetidas à secagem em estufa de ventilação forçada, a temperatura de 70°C, até massa constante. Os resultados expressos em miligramas por plântula (mg plântula⁻¹).

Teste de frio sem solo: foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes de cada tratamento, distribuídas em rolos de papel *Germitest* marrom umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes a massa seca do papel. Os rolos foram colocados no interior de sacos plásticos, e mantidos em câmara regulada a 10°C durante sete dias, após este período, os rolos foram transferidos para um germinador à temperatura de 25 °C, onde permaneceram por mais quatro dias (BARROS *et al*, 1999). Logo após o período no germinador a avaliação foi feita conforme indicadas nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem média de plântulas normais.

Os dados obtidos em cada avaliação foram submetidos a análise de variância pelo teste F a 5% de probabilidade. Efetuou-se o diagnóstico da interação entre variedades x períodos de alagamento. Quando a interação foi significativa desmembrou-se os fatores de variedades de milho e dias de alagamento aos efeitos simples, sendo representado o fator qualitativo (variedades) pelo teste de Tukey ao 5% de significância e o fator quantitativo (períodos de alagamento) pela regressão polinomial. Para a análise estatística foi utilizado o software SAS® e EXCEL.

3.3 Resultados e discussão

A análise de variância revelou significância para a interação variedades de milho x períodos de alagamento, para todas as variáveis estudadas (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo da análise de variância para as variáveis: Porcentagem de germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), teste de frio (F), comprimento de raiz (CR), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento total de plântula (CTOTAL) e massa seca total de plântula (MSP), em variedades de milho submetidas a diferentes períodos de alagamento FAEM/UFPEL, 2020.

Variável	Variedades	Períodos	Variedade * Períodos	Erro	CV%
	-----Quadrado médio ¹ -----				
G	573,11**	7275,11**	180,27**	29,89	7,88
PCG	537,65**	7533,95**	170,78**	43,13	8,59
F	571,21**	4795,76**	112,52**	28,85	7,98
CR	7,53*	253,53**	6,78**	2,40	11,49
CPA	5,55**	435,24**	3,28**	0,92	9,19
CTOTAL	25,95**	378,83**	12,32**	4,06	8,95
MSP	323,59**	11476,17**	142,25**	36,92	15,58
GL	4	5	20	203	

(¹) Quadrado médio: **, * e NS – Significativo a 1%, 5% e não significativo, respectivamente; CV – coeficiente de variação; GL – graus de liberdade.

Constatou-se, que os fatores de variação executam efeitos distintos sobre as variáveis analisadas. Dessa maneira, as interações entre variedades de milho e períodos de alagamento geram resultados diferentes das variáveis de qualidade fisiológica da semente, sendo necessário o desmembramento dos efeitos simples para a obtenção de resultados que expliquem melhor o comportamento das variáveis.

De acordo como Keyes e Sachs (1989) trabalhando com diferentes variedades de milho sob condições de estresse anaeróbico foi verificado melhor desempenho e maior índice de sobrevivência das sementes, de algumas variedades, após três e quatro dias de estresse anaeróbico, respectivamente. Coincidentemente observou-se que houveram algumas variedades com melhor desempenho após

períodos de alagamento tendo um comportamento diferente em cada variável (Tabela 3). Plantas tolerantes à hipoxia do solo, ao serem submetidas a estas condições de ambiente, tendem a translocar a maior parte da biomassa para as folhas e raízes (DIAS-FILHO, 2002).

Teste de germinação:

Todas as variedades obtiveram uma elevada porcentagem de germinação, (acima do 90%), no período sem alagamento, não existiu uma diferença significativa entre elas, Ao serem submetidas aos diferentes períodos de alagamento, algumas variedades se diferenciaram, apresentando melhores resultados na porcentagem de germinação, assim como no teste de primeira contagem de germinação avaliado aos quatro dias, a variedade Cunha apresentou uma estabilidade sendo a variedade superior em relação às outras, pois, a variedade All 25 foi diferenciada no quarto dia de alagamento.

As variedades híbridas Hd-shs5050 e Ht-bmx 270, apresentaram as menores porcentagens ao longo dos períodos de alagamento diferenciando-se das outras variedades, mas, semelhante com os resultados da primeira contagem de germinação a variedade Ht-bmx 270 se estabilizou no quinto dia de alagamento e apresentou a maior porcentagem entre todas as variedades (Tabela 3). Alves et al. (2002), encontraram que algumas variedades de milho podem manter o índice de sobrevivência após cinco dias de alagamento.

Quando as sementes não foram submetidas ao alagamento, todas as variedades apresentaram valores semelhantes (acima de 90%), no primeiro dia de alagamento os valores foram estáveis ou pouco menores quando sem alagamento, no segundo dia de alagamento as porcentagens de germinação começaram a diminuir, não sendo para as variedades de Cunha e Cateto amarelo as quais apresentaram maiores valores no segundo dia de alagamento. Amin *et al.* (2016) e Lee e Kim (2000) descobriram maior porcentagem de germinação em sementes, depois de alagadas durante 24 horas.

No terceiro e quarto dia as porcentagens de germinação diminuíram quase em 15 pontos percentuais, para maioria das variedades, sendo a mais estável e de melhor desempenho a variedade Cunha até o quarto dia de alagamento, esses resultados são similares aos trabalhos de KHAN *et al.*, 2017; CUSTÓDIO *et al.*, 2002; 2009;

DANTAS *et al.*, 2000; MARTIN *et al.*, 1991, os quais demonstraram que a porcentagem de germinação diminui logo após as sementes serem submetidas a períodos de alagamento. Ao quinto dia de alagamento todas as variedades baixaram suas porcentagens de germinação aumentando a deterioração por alagamento, mas, a variedade híbrida Ht-bmx 270, similarmente ao verificado na primeira contagem de germinação, apresentou os melhores resultados, estabilizando sua deterioração, apresentando uma tendência linear (Figura 2b). Os resultados indicam que a germinação de sementes de milho sofre maior inibição quanto maior for o período de alagamento (DANTAS *et al.*, 2000).

Primeira contagem de germinação:

Para a primeira contagem de germinação, no primeiro período sem alagamento observou-se que as variedades analisadas foram similares, apresentando uma velocidade de germinação semelhante, entretanto, a partir do primeiro dia de alagamento as variedades se diferenciaram estatisticamente, apresentando algumas variedades melhores pelo teste de Tukey, em nível de 5 % de significância.

Em relação a variedade Cunha, foi possível observar que esta variedade apresentou maior velocidade de germinação quando comparada com as outras variedades em todos os períodos de alagamento. As variedades híbridas apresentaram os menores valores ao longo dos períodos de alagamento, mas, no quinto dia de alagamento a variedade híbrida Ht-bmx 270, estabilizou e foi a melhor, apresentando maior tolerância ao estresse (Tabela 3).

No período sem alagamento todas as variedades apresentam valores acima de 80% de plântulas normais, na primeira contagem de germinação. Ao primeiro dia de alagamento todas as variedades tiveram maior velocidade de germinação acrescentando seus valores da primeira contagem de germinação. De acordo com Khan *et al.* (2017), maiores porcentagens na primeira contagem de germinação após 24 horas de alagamento, ocorre devido ao efeito da hidratação dos cotilédones, viscosidade e elasticidade do protoplasma e menor déficit hídrico na semente. No segundo dia de alagamento as variedades começaram a apresentar um decréscimo nas porcentagens, no terceiro e quarto dia de alagamento esse decréscimo foi maior, descendendo para 60% o 65 % o porcentagem de plântulas normais na primeira contagem, em quase todas as variedades, a variedade Cunha apresentou estabilidade

e maiores porcentagens nestes períodos, acima de 70% (Figura 2), apresentando uma tendência quadrática.

Tabela 3. Valores da interação de variedades de milho dentro de cada período de alagamento para as variáveis: Porcentagem de germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), teste de frio como vigor (F), comprimento de raiz (CR), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento total de plântula (CTOTAL) e massa seca de plântula (MSP). FAEM/UFPEL, 2020.

Var.	Variedades	períodos de alagamentos (dias)					
		0	1	2	3	4	5
G	All 25	97 a	99 a	93 ab	88 a	69 b	66 ab
	Cateto A.	97 a	92 bc	96 a	85 a	69 b	57 b
	Cunha	99 a	95 ab	95 a	91 a	88 a	65 ab
	Hd - shs5050	98 a	94 abc	89 bc	76 b	67 b	57 b
	Ht - bmx 270	94 a	90 c	87 c	76 b	70 b	70 a
PCG	All 25	88 a	96 a	88 ab	81 a	63 b	64 a
	Cateto A.	86 a	92 ab	89 ab	79 a	56 b	53 b
	Cunha	87 a	93 ab	91 a	81 a	72 a	57 ab
	Hd - shs5050	91 a	91 ab	80 b	66 b	58 b	53 b
	Ht - bmx 270	83 a	85 b	80 b	68 b	62 b	64 a
F	All 25	89 a	88 a	85 a	79 a	72 ab	64 a
	Cateto A.	90 a	77 b	84 a	77 a	67 b	52 b
	Cunha	90 a	89 a	84 a	79 a	77 a	55 ab
	Hd - shs5050	87 ab	77 b	76 b	77 a	64 b	52 b
	Ht - bmx 270	82 b	72 b	77 b	76 a	69 b	61 ab
CR	All 25	12,73 ab	18,97 a	16,00 a	14,51 a	13,50 ab	13,05 ab
	Cateto A.	10,86 bc	18,68 a	14,87 a	15,05 a	12,56 b	13,45 ab
	Cunha	13,22 a	20,11 a	15,99 a	14,02 a	15,65 a	11,32 b
	Hd - shs5050	10,36 c	18,43 a	15,72 a	13,98 a	13,74 ab	12,22 ab
	Ht - bmx 270	10,89 bc	18,00 a	15,18 a	15,37 a	13,69 ab	13,83 a
CPA	All 25	9,07 a	17,66 a	14,65 a	10,17 ab	9,69 ab	10,36 a
	Cateto A.	7,69 b	16,57 a	14,44 ab	10,72 ab	8,74 b	9,91 a
	Cunha	9,13 a	17,69 a	13,35 abc	11,43 a	10,68 a	9,38 a
	Hd - shs5050	9,08 a	17,31 a	12,12 c	9,92 b	9,44 ab	9,29 a
	Ht - bmx 270	8,37 ab	17,77 a	13,20 bc	10,51 ab	9,44 ab	10,05 a
CTOTAL	All 25	21,80 ab	26,74 a	30,65 a	24,68 a	23,18 b	23,42 ab
	Cateto A.	18,54 c	25,25 a	29,31 a	25,78 a	21,30 b	23,37 ab
	Cunha	22,35 a	27,80 a	29,33 a	25,44 a	26,33 a	20,70 b
	Hd - shs5050	19,44 abc	25,75 a	27,83 a	23,90 a	23,19 b	21,51 ab
	Ht - bmx 270	19,26 bc	25,77 a	28,39 a	25,88 a	23,13 b	23,88 a
MSP	All 25	41,13 a	50,25 a	70,50 a	66,50 ab	27,13 a	25,63 a
	Cateto A.	35,00 a	45,13 a	64,63 ab	74,38 a	30,25 a	25,50 ab
	Cunha	34,63 a	50,63 a	54,38 c	63,75 abc	32,13 a	21,25 ab
	Hd - shs5050	38,88 a	42,25 a	54,88 bc	55,88 c	31,88 a	19,25 b
	Ht - bmx 270	36,63 a	48,50 a	61,63 abc	60,88 bc	26,50 a	20,75 ab

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si ao 5% de probabilidade

Ao quinto dia de alagamento a deterioração na velocidade de germinação foi estabilizada para algumas variedades apresentando valores iguais que o período anterior, as variedades All 25 e Ht-bmx 270 foram as mais estáveis nesse período, não sendo igual para a variedade Cunha a qual seguindo seu decréscimo apresentou valores menores no quinto dia de alagamento (Figura 2). Os resultados obtidos neste trabalho estão de acordo com WOODSTOCK, 1973, DANTAS *et al.*, 2000, CUSTÓDIO *et al.*, 2009, que verificaram que depois do segundo dia de alagamento ocorre um decréscimo na porcentagem de plântulas normais e perda de vigor.

Teste de Frio sem solo:

Ao ser este teste recomendado para a identificação da variedade mais vigorosa, as variedades começam a se diferenciar desde o primeiro tratamento sem alagamento, sendo as melhores Cateto amarelo, All 25 e Cunha. De acordo com o trabalho de Custódio *et al.* (2009), o alagamento foi eficiente para assinalar o lote mais vigoroso, quando avaliado pelos testes de classificação de vigor de plântulas. All 25 e Cunha foram superiores quando as sementes foram submetidas a um dia de alagamento e logo aplicado o teste de frio sem solo, deixando por fora Cateto amarelo, no terceiro dia de alagamento todas as variedades não diferiram entre si, apresentando vigor semelhante neste período. As variedades Cunha e All 25 foram as mais estáveis na deterioração aos períodos de alagamento, chegando a ser as melhores em todos os períodos, esta última variedade foi a mais vigorosa ainda depois de cinco dias de alagamento (Tabela 3).

Todas as variedades apresentam um declínio nas suas porcentagens de vigor ao longo dos períodos de alagamento (Figura 4a), sendo as melhores e mais vigorosas All 25 e Cunha em cada um destes períodos, além disso, a variedade All 25 apresentou um declínio estável na deterioração, mostrando uma tendência quadrática ao longo dos períodos de alagamento (Figura 4a), a variedade Cunha diminui quase 20 pontos percentuais do quarto ao quinto dia de alagamento, mostrando um baixo vigor, entretanto a variedade All 25 foi a melhor ainda no último período de alagamento baixando o vigor em menos de 10 pontos percentuais (Figura 4a). Os resultados dos trabalhos de ÁVILA *et al.*, 2007; CUSTÓDIO *et al.*, 2002; DANTAS *et al.*, 2000; MARTIN *et al.*, 1991, corroboram a redução de vigor de sementes, logo após serem

submetidas a condições de anoxia, indicando o milho como pouco tolerante a longos períodos de alagamento.

Comprimento de Plântula e raiz:

Referente ao comprimento total de plântula, a variedade Cunha apresentou os maiores resultados e a variedade All 25 foi estável até o terceiro dia de alagamento tendo menor comprimento no quarto dia de alagamento, as variedades Cateto amarelo, Hd-shs5050 e Ht-bmx 270 foram muito instáveis aos períodos de alagamento, obtendo diferença com as variedades acima mencionadas (Tabela 3). Alves *et al.*, (2000), indicaram que a partir do quarto dia de deficiência de oxigênio que plantas do milho Saracura sofreram queda acentuada no comprimento de plântulas tornando-se flácidas.

Todas as variedades apresentam aumento no comprimento de raiz após serem submetidas ao primeiro dia de alagamento, Atwell *et al.* (1985), comprovaram que as raízes de plântulas submetidas ao estresse de falta de oxigênio, tendem alongar mais rapidamente, os mesmos resultados foram apresentados para o comprimento de parte aéreas após um dia de alagamento.

A hidratação das células e membranas internas da semente após o alagamento faz o rápido crescimento das plântulas, conforme verificado na (Figura 3b), onde o comprimento inicial é baixo em comparação ao comprimento de partes após um dia de alagamento, Após 5 dias de alagamento o comprimento é maior que o teste sem alagamento (Figura 3b). As plântulas tendem a alongar-se mais rapidamente em provenientes de sementes alagadas que sementes sem alagamento, resultando da rápida exportação das reservas da semente para a raiz e hipocótilo, como resposta ao estresse (ATWELL *et al.*, 1985).

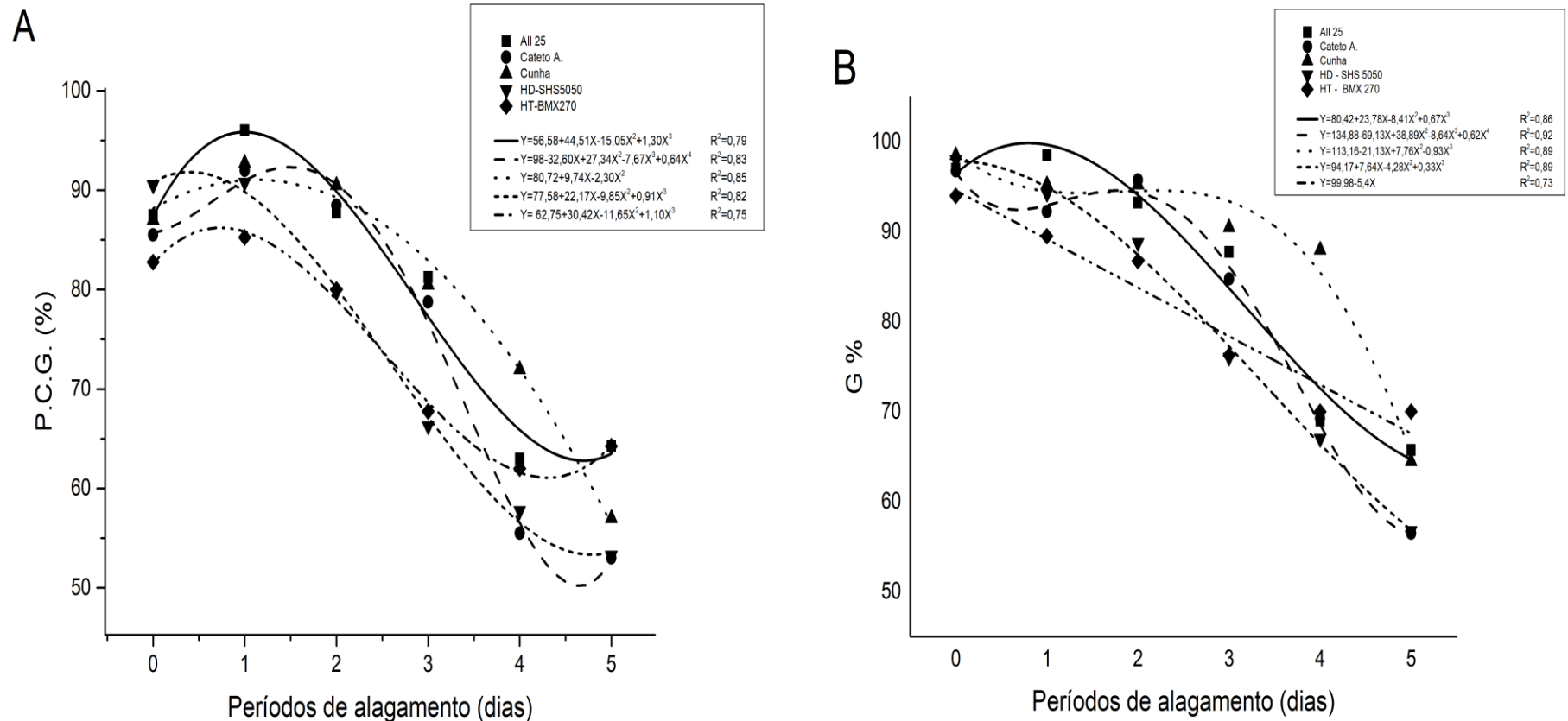


Figura 2- Curvas de tendência de primeira contagem de germinação (A) e porcentagem total de germinação (B), sob diferentes períodos de alagamento de sementes de milho, para as variedades de: All 25, Cateto amarelo, Cunha, HD-SHS5050 e HT-BMX270.

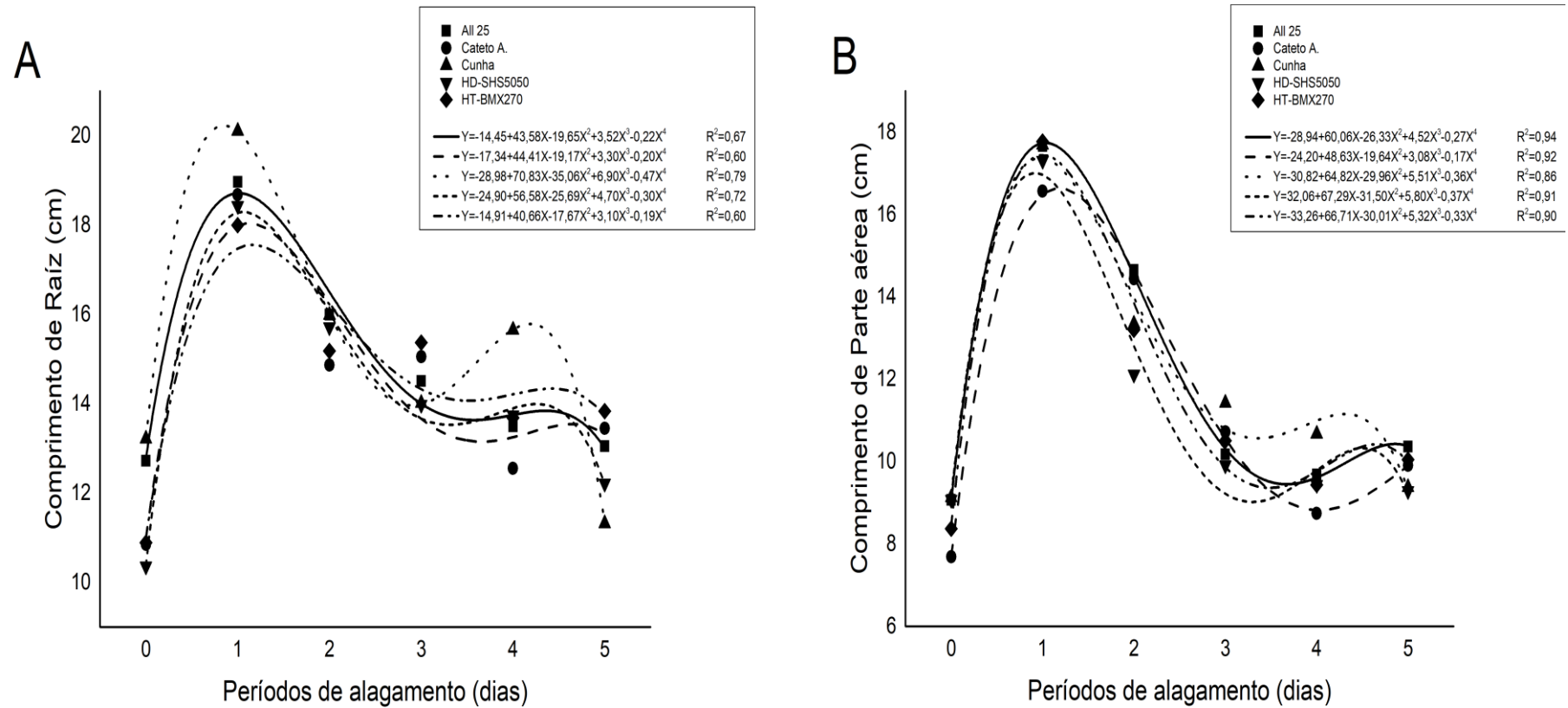


Figura 3- Curvas de tendência de Comprimento de raiz (A) e Comprimento de parte aérea (B), sob diferentes períodos de alagamento de sementes de milho, para as variedades de: All 25, Cateto amarelo, Cunha, HD-SHS5050 e HT-BMX270.

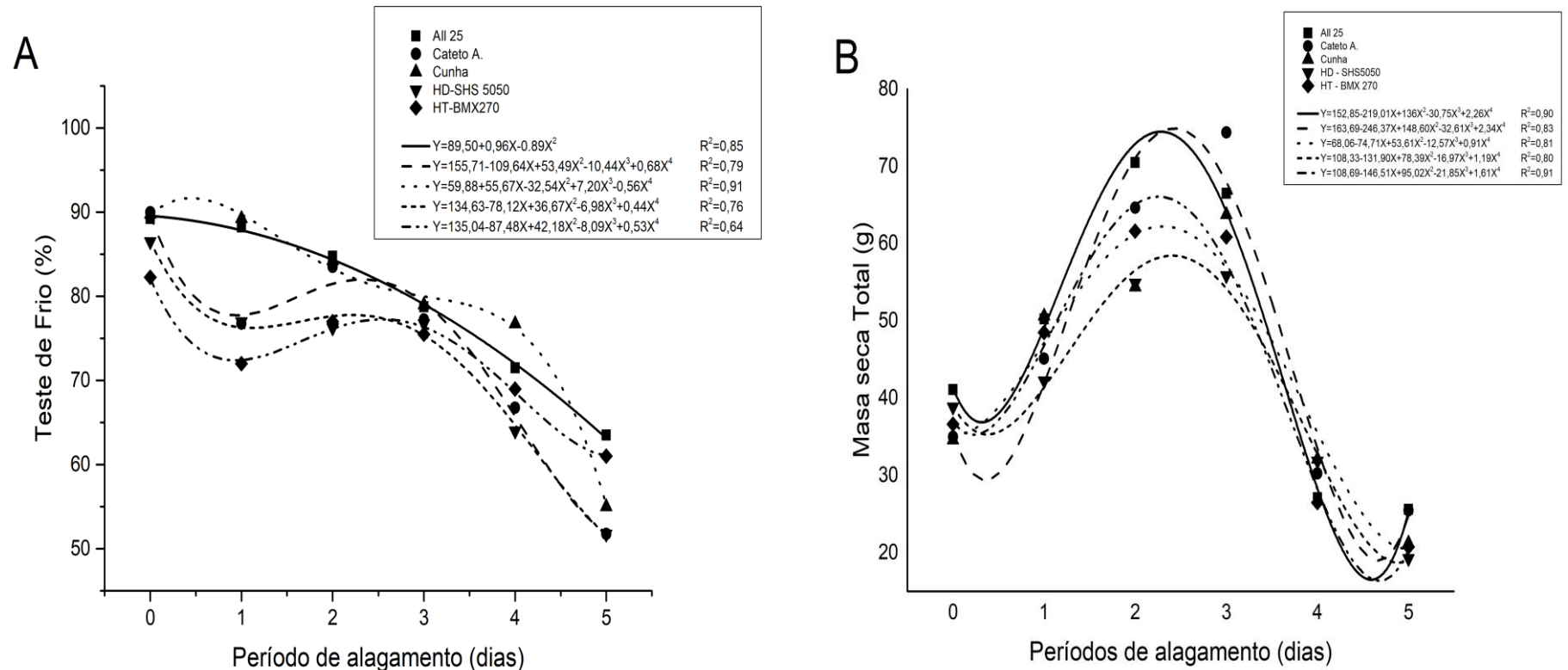


Figura 4- Curvas de tendência do Teste de frio sem solo (A) e massa seca de plântulas (B), sob diferentes períodos de alagamento de sementes de milho, para as variedades de: All 25, Cateto amarelo, Cunha, HD-SHS5050 e HT-BMX270.

Todas as variedades tiveram um comportamento similar para o comprimento de partes ao longo dos períodos de alagamento, mas, algumas variedades apresentam alguns resultados superiores, o acréscimo no comprimento ocorreu em todas as variedades ao primeiro dia de alagamento, após este período todas as variedades apresentam um decréscimo no comprimento de partes (Figura 3a; Figura 3b), ao quinto dia as variedades parecem estabilizar o decréscimo, apresentando resultados similares ao obtidos após quatro dias de alagamento. Resultados similares foram observados no trabalho de Custódio *et al.* (2002; 2009), onde o comprimento da raiz foi pouco afetado por períodos de alagamento, enquanto, o comprimento do hipocótilo foi decrescendo parcialmente de acordo com o período de alagamento de sementes.

Nos diferentes testes de comprimento a variedade Cunha apresentou os melhores resultados, mas, tem um comportamento não estável no comprimento de raiz no quarto dia de alagamento, onde apresenta um acréscimo pouco normal (Figura 3a). Observou-se que as variedades estabilizaram o decréscimo de parte aérea no quinto dia, apresentando resultados similares ao quarto período, no comprimento de raiz All 25, Cateto amarelo e Ht-bmx 270 foram estáveis, entretanto, as variedades Cunha e Hd-shs5050 tiveram maior decréscimo no comprimento de raiz após o quinto dia de alagamento.

Massa seca de plântula:

As variedades tiveram uma massa seca similar em quanto aos tratamentos sem alagamento e primeiro dia de alagamento, começando a se diferenciar as melhores variedades, ao segundo e terceiro dia de alagamento, no quarto e quinto dia de alagamento todas as variedades voltaram a ter uma massa seca de plântulas similar. A variedade All 25 foi a que apresentou uma massa seca maior em todos os períodos, tendo se diferenciado das outras variedades (Tabela 3). As variedades Cateto amarelo e Cunha tiveram diferenças no terceiro e quinto dia de alagamento e as variedades híbridas foram aquelas que apresentaram massas de matéria seca mais baixas durante os períodos de alagamento, pode ser este um indicador que as plântulas das melhores variedades, ao longo dos períodos de alagamento, foram as mais vigorosas e melhor desenvolvidas.

Drew *et al.* (1979) sugerem que as respostas do milho ao alagamento podem ocasionar o aumento das concentrações de etileno nos tecidos, aumento na massa da matéria das partes da plântula. Quando as sementes foram submetidas ao estresse do alagamento, apresentaram uma maior massa de matéria seca, aumentando do primeiro ao segundo dia em quase 20 pontos percentuais, sendo no terceiro dia o maior em todas as variedades. Após esse período todas as variedades começaram a apresentar um decréscimo nas suas massas. Ao quinto dia de alagamento todas as variedades apresentaram as massas mais baixas (Figura 4b), resultados similares foram encontrados por DREW *et al.*, 1979; ATWELL *et al.*, 1985; ALVARENGA *et al.*, 1999 e MAGALHÃES *et al.*, 2012, onde a massa seca de plântula tem um decréscimo após um período de alagamento o hipóxia em sementes.

3.4 Conclusões

O alagamento de sementes de variedades de milho em diferentes períodos de tempo, afetam na sua qualidade fisiológica, diminuindo porcentagens de germinação e vigor.

Variedades de milho apresentam variabilidade quanto à tolerância ao alagamento, aquela que sofrera menor deterioração, em todos os períodos testados, foi All 25.

4 Capítulo II

Diferentes condições de armazenamento na manutenção da qualidade fisiológica de sementes de variedades híbridos e crioulos

4.1 Introdução

A decisão sobre o tipo de embalagem a ser utilizada para o armazenamento de sementes é importante e não tão simples, considerando fatores como: tipo de semente, condições climáticas, época de semeadura, modalidade de comercialização, características da embalagem e sua disponibilidade no comércio (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). Durante o armazenamento, a temperatura e a umidade relativa do ar, constituem dois fatores extremamente importantes para que se mantenha o poder germinativo das sementes (MARCOS FILHO, 2005). A semente é um dos insumos de maior significância na produtividade, e para que esta seja considerada de alta qualidade deve apresentar características sanitárias, físicas, genéticas e fisiológicas adequadas (FRANÇA NETO *et al.*, 2010).

As sementes devem ser armazenadas desde a colheita até a época de semeadura da temporada seguinte, considerando que ao serem colhidas, as mesmas são desligadas da planta mãe e passa a ser responsabilidade do homem a sua conservação nas melhores condições durante esse período (PESKE ; VILLELA 2012). O uso de sementes de boa qualidade é requisito essencial para o sucesso no estabelecimento dos cultivos e na obtenção de elevados rendimentos, a qualidade das sementes é determinada pela interação entre atributos fisiológicos, sanitários, genéticos e físicos, os quais interferem diretamente no potencial de desempenho em campo e durante o armazenamento (MARCOS FILHO, 1999).

Para Baudet, (2012), a deterioração da semente é um processo irreversível, não se pode impedir, mas, é possível retardar sua velocidade através do manejo correto e eficiente das condições ambientais durante o armazenamento. Após a semente ter atingido seu ponto máximo de qualidade fisiológica, fatores adversos devem ser controlados para que essa qualidade seja preservada. Desde que a semente tenha sido colhida, seca, beneficiada, controlando-se fatores desfavoráveis que reduzem a qualidade fisiológica durante essas operações, a preservação da

qualidade fica na dependência das condições de armazenamento da semente (POPINIGIS, 1985; MARCOS FILHO, 2005).

A manifestação mais evidente da deterioração é a redução na taxa de crescimento das plântulas, redução do tamanho e massa seca de plântula ou das suas partes, aumento do número de plântulas anormais, aumento da condutividade elétrica, entre outros, portanto, uma redução de vigor (ZIMMER, 2012). Para José *et al.* (2010), os sintomas fisiológicos mais evidentes decorrentes da deterioração das sementes são aparentes durante a germinação e o desenvolvimento inicial das plântulas, outra manifestação tem sido a desestruturação do sistema de membranas.

O potencial de armazenamento vai depender da qualidade inicial da semente e do ambiente em que foram armazenadas, as mais vigorosas comparadas com às menos vigorosas, deverão no final do período apresentar melhor qualidade (TILLMANN, 2012).

Outro fator relacionado à conservação da qualidade fisiológica da semente, sob determinadas condições de umidade relativa do ar e de temperatura, é a embalagem utilizada durante o período de armazenamento. (DE MELO *et al.*, 2007). Harrington (1959), Toledo e Marcos Filho (1977) e Baudet e Villela (2012) classificaram os tipos de embalagem quanto ao grau de permeabilidade ao vapor de água, em três categorias: porosas ou permeáveis, resistentes à penetração do vapor de água ou semipermeáveis e impermeáveis ou a prova de umidade completamente vedadas, razão pela qual a longevidade da semente armazenada pode variar, quando se empregam diferentes tipos de embalagem, pela troca de umidade e o ponto de equilíbrio higroscópico. Segundo New (1988) o acondicionamento de semente de milho a vácuo, pode resultar em ganhos pouco significativos, dessa forma, fazem-se necessárias alternativas, que possam ser utilizadas por pequenos produtores, em menor escala.

Para manter a qualidade da semente de milho, é importante escolher o melhor método de armazenamento, além das embalagens mais adequadas em qualquer ambiente. Diante do exposto objetivou-se com este trabalho avaliar a qualidade fisiológica de sementes de variedades de milho crioulo e híbrido, armazenadas, num período de seis meses, em embalagens permeável (sacos de papel) e impermeável (garrafas PET).

4.2 Material e métodos

O experimento foi conduzido no laboratório didático de análise de sementes pertencente a Universidade Federal de Pelotas no campus Capão do Leão.

Das variedades de milho multiplicadas (Tabela 1), foram utilizadas seis neste experimento: 1) Taquarão, 2) Caiano Rajado, 3) Branco Roxo Indio, 4) BRS5202 (Pampa), 5) HD- SHS5050 e 6) HT - BMX 270. O procedimento experimental foi um fatorial em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com um fator adicional ($A \times B + 1$), sendo seis variedades de milho x dois tipos de embalagens (papel e garrafas PET), o fator adicional foi considerado a qualidade inicial dos lotes de sementes.

As sementes foram separadas em lotes de 1 Kg e armazenadas em sacos de papel e garrafas PET de 600 ml, ambos fechados, por um período de seis meses de abril de 2019 a setembro de 2019, sob as condições ambientais do município de Capão do Leão, RS (Figura 1).

A determinação do grau de umidade foi realizada pelo método da estufa, a 105 ± 3 °C, durante 24 horas (BRASIL, 2009). Foram realizadas no início da instalação dos experimentos e ao final de cada período de armazenamento, os resultados foram expressos em porcentagem.

A qualidade inicial dos lotes de sementes foi avaliada antes do armazenamento e a qualidade final foi avaliada após os seis meses de armazenamento dos lotes de sementes.

O teste de germinação foi avaliado de acordo com as regras de análises de sementes (BRASIL, 2009), quatro subamostras de 50 sementes de cada lote em cada tratamento foram distribuídas em papel *Germitest*® umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes a massa seca do papel, e mantidas em germinador a 25°C. As avaliações foram feitas aos quatro e sete dias após a semeadura e os resultados expressos em porcentagem média de plântulas normais, conforme indicadas nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). A partir deste teste, 40 plântulas normais, de cada lote em cada tratamento (10 plântulas por repetição) foram avaliadas por comprimento de parte aérea e raiz. Após as medições, as mesmas foram seccionadas obtendo-se a parte aérea e a raiz separadamente, em seguida foram acondicionadas em sacos de papel e levadas à estufa com circulação de ar a 65°C

por 24 horas, até atingir peso constante, para avaliação de peso da matéria seca de plântula (NAKAGAWA, 1999). A primeira contagem do teste de germinação, realizada quatro dias após a semeadura, foi considerada como um teste de vigor, sendo determinada a porcentagem de plântulas normais, conforme indicadas nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Para o teste de frio sem solo foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes de cada lote em cada tratamento, distribuídas em rolos de papel *Germitest*® umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes a massa seca do papel. Os rolos foram colocados no interior de sacos plásticos, e mantidos em câmara regulada a 10°C durante sete dias, após este período, os rolos foram transferidos para um germinador à temperatura de 25°C, onde permaneceram por mais quatro dias (BARROS *et al*, 1999). Depois do período de tempo no germinador a avaliação de plântulas foi feita de acordo com teste de germinação conforme indicação nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem média de plântulas normais.

Para o teste de sal de tetrazólio, foram avaliadas 50 sementes de cada lote em cada tratamento. As sementes foram seccionadas longitudinalmente e imersas em solução aquosa 0,05% de sal de tetrazólio, durante 4 horas a 35°C (KRZYZANOWSKI *et al.*, 1999; BRASIL, 2009). Após esse período as sementes foram avaliadas quanto à viabilidade de acordo (BRASIL, 2009) e quanto à coloração da região da plúmula, meristema apical do caule, radícula, meristema apical da raiz e da região basal do endosperma. Os resultados foram expressos em porcentagem de sementes que tinham atividade celular, identificada pelo sal de tetrazólio, que foram caracterizadas como sementes com o endosperma vivo.

O teste de condutividade elétrica foi conduzido com duas repetições de 50 sementes, pesadas e colocadas para embeber em copos de plástico 200 mL contendo 75 mL de água deionizada ($<2,0 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$). Em seguida foram mantidas à temperatura constante de 20°C, por 24 horas. Após o período de condicionamento, a condutividade elétrica da solução foi medida por meio de leitura em condutivímetro, marca Digimed, modelo CD-21, sendo os resultados expressos em $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ método adaptado de VIEIRA e KRZYZANOWSKI (1999).

O teste de emergência em canteiro foi feito com semeadura de 200 sementes de cada um dos lotes, em quatro repetições de 50 sementes, espaçadas 2x2cm, em canteiros contendo solo. Ao longo de 21 dias, foi avaliado o número de plântulas emergidas e os resultados foram expressos em porcentagem de plântula emergidas (NAKAGAWA, 1994).

Os dados obtidos em cada avaliação foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 5% de probabilidade. Efetuou-se o diagnóstico da interação entre variedades x embalagens, mais a interação do fator com a qualidade inicial. A interação dos fatores foi representada pelo teste de Tukey e pelo teste de Dunnet a 5 % de significância. Para a análise estatística foi utilizado o programa Genes (CRUZ, 1997).

4.3 Resultados e discussão

A análise de variância revelou significância para a interação entre variedades de milho e embalagens para todas as variáveis, menos umidade da semente (Tabela 4). Sendo necessário o estudo da interação de variedades por embalagens e a interação da qualidade inicial por embalagens após o período de armazenamento

Para o estudo da interação de variedades de milho em cada embalagem, foi utilizado o teste de comparação de medias de Tukey a 5% de significância, para a interação com a qualidade inicial da semente foi utilizado o teste de Dunnet a 5% de significância.

Tabela 4. Resumo da análise de variância para as variáveis: primeira contagem de germinação (PCG), porcentagem de germinação (G), teste de frio (F), comprimento de raiz (CR), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento total de plântula (CTotal), massa seca de raiz (MSR), massa seca de parte aérea (MSPA), massa seca total de plântula (MST), teste de tetrazolio (TZ), condutividade elétrica (CE), teor de umidade (U) e emergência em campo (E) de sementes e plântulas de variedades de milho armazenadas por seis meses em diferentes embalagens. FAEM/UFPEL, 2020.

Variável	Variedades	Embalagens	Variedade * Embalagens	Fatorial * Adicional	Erro	CV%
	-----Quadrado médio ¹ -----					
PCG	1983,85 ^{NS}	4074,7 ^{NS}	853,89 ^{**}	42522,48 ^{**}	120,09	17,68
G	2173,53 ^{NS}	31684,0 ^{**}	1440,0 ^{**}	51094,23 ^{**}	92,75	14,18
F	4941,53 ^{NS}	50475,11 ^{**}	3148,24 ^{**}	42351,08 ^{**}	225,45	24,28
CR	31,30 ^{NS}	601,47 ^{**}	9,07 ^{**}	2196,82 ^{**}	2,55	11,35
CPA	3,07 ^{NS}	41,39 [*]	2,66 ^{**}	776,04 ^{**}	0,74	10,29
CTotal	45,64 ^{NS}	882,59 ^{**}	24,16 ^{**}	5615,38 ^{**}	3,07	7,78
MSR	635,55 ^{NS}	19685,72 ^{**}	287,81 ^{**}	7514,70 ^{**}	44,27	25,54
MSPA	230,00 ^{NS}	10859,03 ^{**}	93,60 ^{**}	4993,62 ^{**}	23,33	22,74
MST	1486,84 ^{NS}	59786,36 ^{**}	638,00 ^{**}	24759,95 ^{**}	90,58	20,13
TZ	665,24 ^{NS}	10404,0 ^{**}	557,07 ^{**}	74380,34 ^{**}	66,88	9,98
CE	203,66 ^{NS}	1262,87 [*]	105,84 ^{**}	824,19 ^{**}	19,28	35,99
U	0,97 ^{NS}	20,05 ^{NS}	0,92 ^{NS}	764,65 ^{NS}	0,27	4,47
E	145,44 ^{NS}	15625,0 ^{**}	145,27 ^{**}	55533,34 ^{**}	33,20	8,13
GL	5	1	5	1	143	

¹)Quadrado médio: **, * e NS – Significativo a 1%, 5% e não significativo, respectivamente; CV – coeficiente de variação; GL – graus de liberdade.

Segundo Delouche e Baskin (1973), a umidade relativa afeta a qualidade fisiológica das sementes de duas maneiras: seu conteúdo de umidade é função da umidade relativa; e a infestação, o crescimento e a reprodução de fungos e insetos são fortemente influenciados pela umidade relativa do microambiente na massa de sementes. O alto teor de água nas sementes, combinado com altas temperaturas, acelera os processos naturais de degeneração dos sistemas biológicos e sob estas condições, as sementes perdem seu vigor rapidamente e algum tempo depois sua capacidade de germinação (ALMEIDA *et al.*, 1997). A umidade e a temperatura têm grande influência na conservação da semente, afetando as reações bioquímicas que regulam o metabolismo envolvido no processo (MARTINS; LAGO, 2008).

Embora a análise de variância não tenha apresentado significância (Tabela 4), para a variável umidade entre as variedades após serem armazenadas por seis meses em diferentes embalagens, a umidade relativa do ar no ambiente onde a semente está

armazenada é muito importante, em que pequenas variações poderão fazer a diferença na qualidade da semente após o armazenamento.

No presente trabalho observou-se a diferença na capacidade de manter a umidade da semente dos lotes em cada uma das embalagens, onde é apresentada a umidade inicial a qual foram armazenadas as sementes. No armazenamento em sacos de papel manteriam praticamente a mesma umidade inicial, tendo trocas com o meio ambiente, mostrando uma umidade variável em cada uma das variedades. No armazenamento em garrafas PET, o teor de água foi igual em todas as variedades 11%, mostrando uma estabilidade e menor troca de umidade com o meio ambiente, chegando ao ponto de equilíbrio higroscópico dentro da embalagem (Tabela 5). Aguirre e Peske (1988), mostraram que, para armazenar sementes de feijão por curto prazo, em embalagens herméticas, as sementes podem ser embaladas com 11,5 % de umidade, sem afetar sua qualidade fisiológica.

Tabela 5. Porcentagens de umidade: inicial, após seis meses de armazenamento em sacos de papel e após seis meses de armazenamento em garrafas PET. FAEM/UFPEL, 2020.

Variedades	Inicial	Sacos de papel	Garrafas PET
	% de Umidade		
Taquarão	12	12	11
Caiano R.	13	13	11
Branco R. I.	13	12	11
Pampa	11	11	11
SHS5050	13	13	11
BMX 270	12	12	11

Para Antonello *et al.* (2009) o conhecimento do grau de umidade das sementes é essencial para se determinar as condições adequadas para o armazenamento. Nesse sentido, as embalagens permeáveis e semipermeáveis, estão sujeitas à influência das variações das condições ambientais externas, o que pode ocasionar redução de qualidade das sementes armazenadas. No presente trabalho a embalagem impermeável (garrafas PET), apresentou a menor variação com relação a qualidade inicial dos lotes de sementes, visando em uma menor deterioração da semente ao longo do período de armazenamento. Assim a embalagem permeável (sacos de papel), foi que apresentou a maior variação de qualidade de sementes em todas as variáveis mensuradas (Tabela 6).

Para os valores de primeira contagem de germinação e porcentagem de germinação verificou-se um decréscimo entre os valores da qualidade inicial, quanto, aos valores depois de armazenadas as sementes por período de seis meses em diferentes embalagens. Dentro das variedades aquela que apresentou maiores valores foi a variedade Pampa, sendo a melhor em todas as embalagens como também na qualidade inicial (Tabela 6).

As variedades híbridas SHS5050 e BMX 270, foram também superiores na qualidade inicial, diminuindo seus valores quando armazenadas em sacos de papel, mas, mantendo valores superiores quando armazenadas em garrafas PET, para as variedades de Taquarão e Caiano Rajado. Os valores decresceram significativamente no armazenamento em sacos de papel e garrafas PET, a variedade Branco Roxo Índio apresentou uma deterioração em cada uma das embalagens de armazenamento, mas, apresento maiores valores em relação as outras variedades no armazenamento em sacos de papel (Tabela 6).

Enquanto as diferenças de qualidade fisiológica inicial dos lotes de sementes comparado com a qualidade dos lotes armazenados, em sacos de papel e garrafas PET, verificou-se que para ambas embalagens tem um decréscimo na qualidade, sendo maior a deterioração em sacos de papel -28 e -51 nas estimativas de médias para a primeira contagem de germinação e porcentagem total de germinação, respectivamente, contra um decréscimo de -18 e -16, respectivamente, para os valores dos lotes armazenados em garrafas PET (Tabela 6), mostrando que o armazenamento em embalagens semipermeáveis tem uma deterioração menor em relação ao armazenamento nas embalagens permeáveis.

Os resultados corroboram com os obtidos por Camargo e Carvalho (2008), que, para o armazenamento em condições de ambiente natural, o acondicionamento a vácuo ou em embalagem plástica assegurou menores reduções na qualidade fisiológica de sementes de milho doce, após 18 meses. Marincek (2000), não verificou queda na germinação de sementes de milho, armazenadas por 12 meses em ambiente natural, porém ressalta que as condições ambientais durante o armazenamento são determinantes para a manutenção da qualidade das sementes de milho. Esses resultados estão de acordo com Antonello *et al.* (2009) que trabalharam com embalagens, permeáveis e semi-permeáveis, em diferentes variedades de milho, a germinação foi reduzida de forma significativa durante os seis

meses de armazenamento, os autores ressaltaram que os resultados podem ser explicados por diversos fatores, tais como a supressão de oxigênio, que pode ter afetado o metabolismo das sementes, e para as sementes armazenadas em sacos de papel, além das condições ambientais de alta umidade relativa combinada com altas temperaturas durante o período de armazenamento.

Todas as variedades foram similares na etapa inicial no teste de frio sem solo. Entretanto no armazenamento por período de seis meses em embalagens permeáveis (sacos de papel) nota-se uma diferença significativa sendo melhor variedade a Pampa. Diferentemente quando embaladas em garrafas PET não existe uma diferença significativa entre as variedades. Na deterioração da semente por tipo de embalagem foi estatisticamente diferente para a embalagem permeáveis (sacos de papel), existindo uma diferença de estimativas de -51 pontos percentuais. Segundo os dados de Azevedo *et al.* (2005) o vigor das sementes diminui com o tempo de armazenamento, tendo sido as sementes acondicionadas em recipientes metálicos as que apresentaram declínio do vigor mais uniforme ao longo dos períodos de armazenamento. Todavia, nas embalagens de sacos de plástico e sacos de papel o decréscimo do vigor sofreu oscilação entre o quarto e o sexto mês.

Na avaliação de comprimento total e partes de plântula não se observaram variações significativas para a qualidade inicial das variedades, mas, a variedade Pampa apresentou os valores mais altos em todos os comprimentos, ocorrendo a diferenciação das variedades principalmente no armazenamento em sacos de papel. Onde a variedade pampa apresentou os melhores resultados, a variedade Caiano Rajado também foi superior as outras variedades quando armazenada em embalagens permeáveis., o que faz que a semente mantenha a qualidade durante o armazenamento. As variedades híbridas perderam sua qualidade inicial quando armazenadas em sacos de papel, à temperatura ambiente. Quando os lotes foram armazenados em garrafas PET os valores do comprimento de raiz, permaneceram estáveis não apresentando variedade significativa entre eles, no comprimento de parte aérea e plântula foram diferenciadas as variedades sendo superiores, Pampa e Taquarão (Tabela 6).

A diferença de médias dos tipos de embalagens com a qualidade inicial, foi apenas significativo para a embalagem permeável (sacos de papel), que apresentou uma diferença de estimativas de -5, -1 e -6 no comprimento de raiz, parte aérea e total

de plântula, respetivamente (Tabela 6). Ao final de seis meses de armazenamento Antonello *et al.* (2009), observaram valores de comprimento próximos à condição inicial, quando armazenamento em sacos de pano, essa variável teve redução no segundo e quarto mês de avaliação, Catão *et al.* (2013) relataram que o armazenamento de sementes de milho em recipientes plásticos foi geralmente eficaz para manter a qualidade fisiológica e em menor grau, a qualidade sanitária das sementes.

A massa seca total e partes da plântula foi altamente diferenciada tanto na etapa inicial, quanto, depois de armazenada a semente em diferentes embalagens. A variedade Branco Roxo Índio foi a que apresentou os melhores valores na etapa inicial, sendo a variedade Pampa também superior em todas estas etapas. No armazenamento em sacos de papel, a massa seca das plântulas da variedade Branco Roxo Índio decresceu, mantendo a variedade Pampa como a melhor para este tipo de armazenamento. No armazenamento em garrafas PET, a variedade Branco Roxo Índio voltou apresentar a massa seca mais alta e a variedade Pampa apresentou valores mais baixos, mostrando diferença significativa (Tabela 6). Para os tipos de embalagens foi apresentada diferença significativa apenas para a embalagem permeável (sacos de papel), que mostrou nas estimativas de -22, -19 e -42 com respeito às médias iniciais de massa seca de raiz, parte aérea e total. Antonello *et al.* (2009) verificaram resultados similares, onde as sementes armazenadas em embalagens semipermeáveis ou plásticas não apresentaram uma redução tão grande, quanto às armazenadas em embalagens permeáveis ou sacos de pano. Esperasse que, ao final do período de armazenamento, a avaliação de características das plântulas apresente decréscimo, ocasionado pela redução de vigor das sementes no decorrer do tempo.

A deterioração das sementes após o período de armazenamento foi determinada pelos testes de tetrazólio e condutividade elétrica, os quais na qualidade inicial não apresentaram diferenças significativas entre os lotes. O fato é que as sementes na qualidade inicial não apresentam diferença, mas verificada após o tempo de armazenamento. No armazenamento em sacos de papel, as variedades começaram a se diferenciar, sendo a variedade Pampa que apresentou a menor deterioração em ambos testes. No armazenamento em garrafas PET não apresentaram diferenças entre as variedades para nenhum dos testes. Esses

resultados podem ser devidos à capacidade da embalagem manter a umidade relativa estável, ocasionando uma menor deterioração dos lotes. Foi encontrada diferença somente entre a embalagem permeável (sacos de papel) com a qualidade inicial, apresentando uma diferença de -21 e 10 pontos no teste de tetrazólio e condutividade elétrica, respectivamente. A embalagem impermeável (garrafas PET) não apresentou diferença com a qualidade inicial das sementes (Tabela 6). Cardoso *et al.* (2005) relataram resultados pelo teste de tetrazólio, vigor e viabilidade que mostraram haver uma tendência de redução acentuada de vigor das sementes, após 30 dias e de viabilidade após 90 dias. Durante o armazenamento de sementes de milho, altas temperaturas aceleram a respiração, o que afeta diretamente a taxa de reações químicas, bem como a atividade de microrganismos (MARCOS FILHO, 2005). Esses microrganismos atacam as sementes e em combinação com processos metabólicos aceleram a deterioração das sementes e podem produzir toxinas que danificam membranas celulares (FREITAS, 2009; BAUDET, 2012).

Para o teste de emergência em campo, na fase inicial não houve diferença entre variedades, sendo todas semelhantes. No armazenamento em sacos de papel, as variedades de polinização aberta foram as que apresentaram melhores resultados, superando as variedades híbridas e no armazenamento em garrafas PET, todas as variedades mantiveram resultados similares. No teste de emergência se diferenciaram as embalagens da qualidade inicial apresentando um decréscimo de -25 e -9 pontos percentuais, para sacos de papel e garrafas PET, respectivamente (Tabela 6).

Cardoso *et al.* (2005) relataram resultados cujas porcentagens médias de plântulas emergidas em campo diminuiu com o avanço do período de armazenamento. Resultados similares foram apresentados por Antonello *et al.* (2009), para sementes de variedades de milho armazenadas em diferentes embalagens, que mostraram decréscimo nos seus valores de emergência. 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 aos patógenos, responsáveis pela deterioração das sementes (BAHRY *et al.*, 2006).

Tabela 6. Médias e estimativas de primeira contagem de germinação (PCG), porcentagem de germinação (G), teste de frio (F), comprimento de raiz (CR), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento total de plântula (CTOTAL), massa seca de raiz (MSR), massa seca de parte aérea (MSpa), massa seca total de plântula (MST), teste de tetrazolio (TZ), condutividade elétrica (CE) e emergência em campo (E). FAEM/UFPEL, 2020.

Tetse	Variedades	-----Médias-----			-----Estimativas-----	
		Inicial	Papel	PET	Papel vs Inicial	PET vs Inicial
PCG	Taquarão	76 abA	48 bcB	58 bB	-28 **	-18,17 **
	Caiano R.	80 abA	45 cC	68 abB		
	Branco R. I.	70 bA	61 bA	61 bA		
	Pampa	86 aA	80 aA	77 aA		
	SHS5050	85 aA	44 cC	71 abB		
	BMX 270	77 abA	61 bAB	68 abB		
G	Taquarão	94 aA	51 bC	79 bB	-50,63 **	-15,5 **
	Caiano R.	92 aA	54 bC	83 aB		
	Branco R. I.	95 aA	46 bC	80 aB		
	Pampa	96 aA	85 aB	88 aB		
	SHS5050	97 aA	33 cC	84 aB		
	BMX 270	96 aA	50 bC	84 aB		
F	Taquarão	83 aA	44 bcB	73 aA	-51,45 **	-21,12 NS
	Caiano R.	88 aA	31 cB	78 aA		
	Branco R. I.	92 aA	33 cB	79 aA		
	Pampa	97 aA	89 aA	87 aA		
	SHS5050	92 aA	13 dB	80 aA		
	BMX 270	92 aA	49 bB	83 aA		
CR	Taquarão	16,79 aA	11,82 bB	16,08 aA	-4,97 **	-0,71 NS
	Caiano R.	17,15 aA	13,09 abB	15,66 aA		
	Branco R. I.	16,83 aA	11,85 bB	16,58 aA		
	Pampa	16,79 aA	14,26 aB	17,15 aA		
	SHS5050	15,82 aA	9,18 cB	15,10 aA		
	BMX 270	16,01 aA	12,01 bB	16,18 aA		
CPA	Taquarão	8,86 bA	7,51 aB	8,81 abA	-1,35 **	-0,048 NS
	Caiano R.	8,91 bA	8,34 aA	8,36 bA		
	Branco R. I.	8,93 bA	7,38 aB	8,52 bA		
	Pampa	9,86 abA	8,27 aB	9,72 aA		
	SHS5050	10,50 aA	7,54 aC	9,44 abB		
	BMX 270	8,89 bA	7,95 aA	8,58 bA		
CTOTAL	Taquarão	25,65 aA	19,34 bB	24,90 abA	-6,31 **	-0,76 NS
	Caiano R.	26,06 aA	22,45 aB	24,03 bB		
	Branco R. I.	25,76 aA	19,23 bB	25,01 abA		
	Pampa	26,65 aA	22,54 aB	26,87 aA		
	SHS5050	26,33 aA	16,73 cC	24,38 bB		
	BMX 270	24,89 aA	19,96 bB	24,75 abA		
	Taquarão	34,5 abcA	12,08 bcB	37,28 bA		
	Caiano R.	38,5 abA	20,95 aB	40,59 abA		

MSR	Branco R. I.	41,67 aA	11,82 bcB	48,25 aA	-22,42 **	-2,78 ^{NS}
	Pampa	38,75 abA	19,46 abB	39,39 bA		
	SHS5050	27,75 cA	6,29 cB	28,23 cA		
	BMX 270	31,33 bcA	15,52 abB	32,70 bcA		
MSpa	Taquarão	29,33 cA	10,37bcB	30,99 abA	-18,97 **	-1,66 ^{NS}
	Caiano R.	33,25 bcA	15,58 abB	29,98 abA		
	Branco R. I.	41,33 aA	13,15 abcC	35,03 aB		
	Pampa	37,17 abA	18,07 aC	30,98 abB		
	SHS5050	31,33 cA	8,16 cB	28,38 bcA		
	BMX 270	29,67 cA	9,96 bcC	24,15 cB		
MST	Taquarão	64 bcA	22,45 cB	68,27 bcA	-41,55 **	-4,26 ^{NS}
	Caiano R.	71,75 abA	36,53 abB	70,57 bA		
	Branco R. I.	82,75 aA	24,97 cB	83,28 aA		
	Pampa	76,17 aA	37,53 aB	70,36 bA		
	SHS5050	59,08 cA	14,45 cB	56,61 dA		
	BMX 270	61,16 bcA	25,48 bcB	56,85 cdA		
TZ	Taquarão	94 aA	73 bcB	89 aA	-21,67 **	-5,67 ^{NS}
	Caiano R.	93 aA	63 dB	91 aA		
	Branco R. I.	94 aA	75 bC	87 aB		
	Pampa	96 aA	91 aA	93 aA		
	SHS5050	96 aA	65 cdB	92 aA		
	BMX 270	96 aA	73 bB	92 aA		
CE	Taquarão	6,23 aB	16,37 bA	9,03 aB	10,14 **	2,81 ^{NS}
	Caiano R.	5,03 aB	17,74 bA	7,5 aB		
	Branco R. I.	3,91 aB	14,97 bA	7,2 aB		
	Pampa	3,36 aA	5,02 cA	6,24 aA		
	SHS5050	5,76 aB	27,15 aA	9,87 aB		
	BMX 270	4,73 aB	17,07 bA	8,2 aB		
E	Taquarão	87 aA	62 aC	78 aB	-25,33 **	-9,33 **
	Caiano R.	87 aA	63 aC	81 aB		
	Branco R. I.	90 aA	66 aC	82 aB		
	Pampa	86 aA	61 abB	82 aA		
	SHS5050	87 aA	56 bcC	79 aB		
	BMX 270	86 aA	54 cB	83 aA		

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si ao 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, **, * e ^{NS} – Significativo a 1%, 5% e não significativo, respectivamente para estimativas da diferença pelo teste de Dunnett.

4.4 Conclusões

De maneira geral, os resultados alcançados no presente trabalho mostraram redução pronunciada na qualidade fisiológica de sementes de milho ao serem armazenadas em embalagem permeável e redução menos acentuada em embalagens impermeável (PET), nas condições ambientais de Pelotas-RS.

Por outro lado, verificam-se respostas diferenciadas entre cultivares de milho, tanto crioulo, quanto híbrido, no que se refere à qualidade fisiológica de sementes, no decorrer do período de armazenamento em embalagem permeável.

5 Considerações finais

O milho é uma das culturas mais importantes na área agrícola, por seus elevados valores nutricionais, tanto na ração animal, quanto para a alimentação humana, além de ter uma grande variabilidade genética que permite a cultura ter adaptações a fatores bióticos e abióticos. Portanto é importante a investigação de atributos que as diferentes variedades possam aportar no melhoramento da cultura, como também aportar conhecimentos sobre acessos genéticos pouco comuns no mercado de sementes.

O desenvolvimento do presente trabalho permitiu identificar os processos pelos quais as sementes perdem a qualidade fisiológica, quando submetidas a períodos de alagamento e também identificar a deterioração que sofrem as sementes ao serem armazenadas em diferentes embalagens, visando uma realidade dos produtores da região sul do Brasil, onde se tem áreas com solos alagados, como também uma realidade dos pequenos produtores que procuram novas técnicas de armazenamento de sementes. Salienta-se que nem todas as variedades testadas no presente trabalho tiveram um comportamento similar, apresentando determinadas variedades como as melhores em certas características de alagamento ou armazenamento.

O primeiro capítulo possibilitou determinar a interação de períodos de alagamento e variedades de milho, que apresentaram um decréscimo, na qualidade fisiológica das sementes ao longo dos períodos de alagamento. As variedades de polinização aberta foram as que apresentaram os melhores resultados, com especial destaque para All 25 que foi a mais estável e vigorosa nos diferentes períodos de alagamento. Embora os resultados obtidos em determinados testes tenham sido diferentes, recomenda-se para futuras pesquisas comparar os resultados do presente trabalho com alagamento em campo das mesmas variedades. O alagamento é uma realidade que ocupa ao redor de 20% dos solos da região sul do Brasil, portanto, recomenda-se dar seguimento desta linha de pesquisa. Variedades com comprovada superioridade frente à tolerância ao alagamento podem, finalmente, tanto serem indicadas para cultivo em regiões com risco de ocorrência desse fator.

O segundo capítulo permitiu determinar a interação entre tipos de embalagens e variedades de milho, fazendo uma comparação adicional com a qualidade fisiológica inicial que apresentaram os lotes. A deterioração da semente por armazenamento é

um processo irreversível, mas, é possível retardar o processo com adequadas técnicas de armazenamento, controle da umidade e dos insetos praga. Das variedades testadas, a melhor nas duas épocas de avaliação e ambas as embalagens foi a variedade Pampa. A embalagem que possibilitou o controle desses fatores foi a garrafa PET, sendo do tipo semipermeável e apresentando valores de qualidade fisiológica após seis meses muito similares aos obtidos na qualidade inicial da semente. Na procura de indicar técnicas de armazenamento de sementes para pequenos produtores e agricultores familiares, é importante ter em conta os valores econômicos dos materiais disponíveis nestas áreas rurais, portanto, as garrafas PET constituem-se numa boa opção de armazenamento de sementes de milho.

Referências Bibliográficas

- AGUIRRE, R.; PESKE, S.T. Required bean seed moisture content for hermetic storage. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.19, p. 117-122, 1991.
- ALLARD, R. W. **Princípios do melhoramento genético das plantas**. 1. ed. São Paulo, 1971. 485p.
- ALMEIDA, F. de A.C.; HARA, T.; CAVALCANTI MATA, M.E.R.M. **Armazenamento de sementes nas propriedades rurais**. Campina Grande: UFPB. 1997. 291p.
- ALVARENGA, I. F. *et al.* Adaptação do milho a diferentes condições de encharcamento. **Plant Physiology**, Wantage, UK, v. 1, n. 1, p. 83–88, 1999.
- ALVES, J. D. *et al.* Mecanismo de tolerância de plantas ao alagamento. **Universa**, Brasília, v.8, p.221-242, 2000.
- ALVES, J. D. *et al.* Mecanismos de tolerância da variedade de milho “Saracura”. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Lavras, MG, v. 1, n. 1, p. 41–52, 2002.
- AMIN, R. *et al.* Influence of seed hardening techniques on vigor, growth and yield of wheat under drought conditions. **Journal of Agricultural Studies**, vol. 4, no 3, p. 121-131. 2016.
- ANTONELLO, L. M. *et al.* Influência do tipo de embalagem na qualidade fisiológica de sementes de milho crioulo. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, PR, v. 31, n. 4, p. 75–86, 2009.
- AOSA - Association of Official Seed Analysis. **Seed vigour testing handbook**. East Lansing, 1983. 88p.
- ARAUJO, P.M.; NASS, L.L. Caracterização e avaliação de populações de milho crioulo. **Scientia Agricola**, v. 59, n. 3, p. 589-593, jul./set. 2002.
- ARMSTRONG, W. Radial oxygen losses from intact rice roots as affected by distance from the apex, respiration and waterlogging. **Physiologia plantarum**, Hull, U. K., v. 25, n. 2, p. 192-197, 1971.
- ATWELL, B. J. *et al.* A study of the impaired growth of roots of Zea mays seedlings at low oxygen concentrations. **Plant, Cell & Environment**, Nedlands, Australia, v. 8, n. 3, p. 179–188, 1985.
- ÁVILA, M. R.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A. Teste de comprimento de plântulas sob estresse hídrico na avaliação do potencial fisiológico das sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, [s. l.], v. 29, n. 2, p. 117–124, 2007.
- AZEVEDO, M. R. Q. A. *et al.* Influência das embalagens e condições de armazenamento no vigor de sementes de gergelim. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 7, n. 3, p. 519–524, 2005.

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. 4p. (Informe Técnico).

BARETTA, D. *et al.* Characterization of dissimilarity among varieties in Brazilian maize germplasm. **Australian Journal Crop Science**, v.12, n.1, p.1601-1607, 2016.

BARROS, A.S.R.; DIAS, M.C.L.L.; CÍCERO, S.M.; KRZYZANOWSKI, F.C. **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, p. 5.1-5.15, 1999.

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

BAUDET, L. Beneficiamento de sementes: In: PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. Editora Universitária/UFPel, Pelotas, 2012.

BERTOLINI, M.; FRANCHI, R.; FRISANCO, F. **Um astoriana chetrentina**. 1. ed. San Michele all'Adige: Instituto Agrariodi, 2005. 250p.

BORÉM, A.; RIOS, S. A. **Milho Biofortificado**. 1. ed., Viçosa: Editora UFV, 2011. 211p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília, Secretaria de Defesa Agropecuária, 2009.

CAMARGO, R.; CARVALHO, M. L. M. Armazenamento a vácuo de semente de milho doce. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 30, n. 1, p. 131–139, 2008.

CARDOSO, P. C. *et al.* Armazenamento em sistema a frio de sementes de soja tratadas com fungicida. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 26, n. 1, p. 15–23, 2005.

CARDOSO, W. S. *et al.* Variabilidade de genótipos de milho quanto à composição de carotenoides nos grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n.2, p.164-173, 2010.

CARNEIRO, J.W.P *et al.* Massa de água acumulada durante a embebição de sementes de cenoura (*Daucus carota* L.): avaliação de modelos lineares e não lineares. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 9-16, 2001.

CARVALHO, I. R. *et al.* Path analysis and Annicchiarico method applied in relation to protein in corn grains. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, v.10, n.1, p.300-306, 2016.

CARVALHO, I. R. **Melhoramento genético e biometria aplicada à produtividade e biofortificação de grãos de milho**. 2018. 160p. Tese (Doutorado em Fito melhoramento). Universidade Federal De Pelotas, Pelotas, RS, 2018.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, p. 5-90, 2012.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência. Tecnologia e produção**, 2000, 4 v., 473p.

CASEIRO, R. F.; MARCOS FILHO, J. M. 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**, Piracicaba, v. 24, n. 2, p. 6–11, 2007.

CASTRO, P. R.C.; VIEIRA, E. L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical**, Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 2001. 132p.

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**. Santa Maria, p. 764-770, 2013.

CATÃO, H.C.R.M. *et al.* **Qualidade fisiológica de sementes de milho crioulo cultivadas no norte de Minas Gerais**. In: XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2010, Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo.

COLL, J. B., *et al.* **Fisiologia vegetal**, Madrid: Piramide, 1992. 662p.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Documento online. Disponível em: <
<https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/index.php/safra-serie-historica-dashboard%CB%83> > Acesso em: 15 de março de 2020.

COUTTS, M. P.; ARMSTRONG, W. Role of oxygen transport in the tolerance of trees to waterlogging. **Tree physiology and yield improvement**, In: Tree physiology and yield improvement, London: Academic Press, p. 361-385.1978.

CRUZ, C. D. **Programa Genes - Aplicativo Computacional em Genética e Estatística**. Viçosa, MG: Editora UFV, v1. 1997. 442 p.

CUSTÓDIO, C. C. *et al.* Efeito da submersão em água de sementes de feijão na germinação e no vigor. **Revista Brasileira de Sementes**, [s. l.], v. 24, p. 49–54, 2002.

CUSTÓDIO, C. C. *et al.* Water submersion of bean seeds in the vigour evaluation. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Pernambuco, v. 4, n. 18, p. 261–266, 2009.

DANTAS, B. F.; ARAGÃO, C. A.; CAVARIANI, C.; NAKAGAWA, J. Efeito da duração e da temperatura de alagamento na germinação e no vigor de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Botucatu, v. 22, n. 1, p. 88–96, 2000.

DE MELO, P. R. B. *et al.* Germinação de aquênios de arnica (*Lychnophora pinaster* Mart.) armazenados em diferentes condições. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 75–82, 2007.

DELOUCHE, J.C. *et al.* **O teste de tetrazólio para viabilidade da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1976.

DELOUCHE, J.C. Precepts for seed storage. *In: Proc. Short Course for Seedsmen*. Mississippi State University. P. 85-118. 1968.

DELOUCHE, J.C.; BASKIN, C.C. Accelerated ageing techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.1, n.2, p. 427-452. 1973.

DOEBLEY, J. Molecular evidence for gene flow among *Zea* species. **BioScience**, v.40, n.6, p.443-448, 1990.

DOEBLEY, J.; STEC, A. Inheritance of the morphological differences between maize and teosinte: comparison of results for two F2 populations. **Genetics**, v. 134, n.2, p.559-570, 1993.

DREW, M. C.; JACKSON, M. B.; GIFFARD, S. Ethylene-promoted adventitious rooting and development of cortical air spaces (aerenchyma) in roots may be adaptive responses to flooding in *Zea mays* L. **Planta**, Wagram, v. 147, n. 1, p. 83–88, 1979.

DURÃES, F. O. M., *et al.* Adaptação do milho (*Zea mays* L.) a diferentes condições de encharcamento avaliado através da fluorescência da clorofila. *In: Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. *In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO*, 46.; *REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO SORGO*, 29., 2001, Porto Alegre. Anais. Porto Alegre: Emater-RS: ABICAR: FEPAGRO, 2001., 2001.

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

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A. A importância do uso de sementes de soja de alta qualidade. **Informativo ABRATES**, v.20, p.037-038, 2010.

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.

GARBUGLIO, D. D.; JOSÉ BRANCO, M. F.; CELLA, M. Variabilidade genética em famílias S1 de diferentes populações de milho. **Acta Scientiarum**, v.31, n.2, p.209-213, 2009.

GOMES, A. S. *et al.* Caracterização de indicadores da qualidade do solo, com ênfase às áreas de várzea do Rio Grande do Sul. **Embrapa Clima ...**, [s. l.], v. 169, n. ISSN 1806-9193, p. 31, 2006. Disponível em: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=BR20061746124%0Ahttps://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/746124/1/documento169.pdf>

GOODMAN, M. M.; SMITH, J. S. C. Botânica *In: PATERNIANI, E.; VIÉGAS, G.P. Melhoramento e produção de milho*. V. I. Campinas: Fundação Cargill, p. 41-70.1987.

HARLAN, J. R. **Crops and man**. 1.ed. Madison: American Society of Agronomy, 1992, 284p.

HARRINGTON, J.F. Drying, storing, and packaging seeds to maintain germination and vigor. **Proceedings Short Course Seedsmen**, p.89- 108, 1959.

HOU, F.F.; THSENG, F.S. Studies on the flooding tolerance of soybean seed: varietal differences. **Euphytica**, Basel, v.57, n.3, p.169-173, 1991.

JACKSON, M. B. Effects of flooding on growth and metabolism of herbaceous plants. **Flooding and plant growth**, London, UK, p. 47-128, 1984.

JOSÉ, S. C. B. R. *et al.* Armazenamento de sementes de girassol em temperaturas subzero: aspectos fisiológicos e bioquímicos. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 32, n. 4, p. 29–38, 2010.

KHAN, A. Z. *et al.* Influence of seed invigoration techniques on germination and seedling vigor of maize (*Zea mays* L.). **Cercetari Agronomice in Moldova**, Peshawar, v. 50, n. 3, p. 61–70, 2017.

KRAMER, P. J. *et al.* **Plant and soil water relationships**: a modern synthesis, New York, 1969.

KRAMER, P. J. Causes of injury to plants resulting from flooding of the soil. **Plant Physiology**, v. 26, n. 4, p. 722, 1951.

KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (ed.). **Vigor de sementes conceitos e testes**. Londrina: ABRATES. Cap. 5, p. 5.1-5.15, 1999.

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

LEE, S.S. ; KIM, J.H. Total sugars, alpha-amylase activity, and germination after priming of normal and aged rice seeds. **Korean Journal of Crop Science**, v. 45, n. 2, p. 108-111. 2000.

LEMKE-KEYES, C. A.; SACHS, M. M. Genetic variation for seedling tolerance to anaerobic stress in maize germplasm. **Maydica**, v. 34, n. 4, p. 329-337. 1989.

LIMA, G. J. M. M.; BELLAYER, C. **Grãos de valor agregado na produção rações para aves**, Brasília:Embrapa - CNPSA, 1999. 46p.

MACHADO, R. F.; SCHUCH, LOB. Produção de forragem e de sementes de aveia branca em função do vigor de sementes e populações de plantas. **Revista Científica Rural**, Bagé, v. 9, n.1, p. 126-136. 2004.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F.; VITORINO, P.; ALVES, J. D.; GAMA, E. Adaptacion del maiz a condiciones de estres por encharcamiento. *In*: JORNADA DE ACTUALIZACION EN EL CULTIVO DE MAIZ DENTRO DE LA CADENA AVICOLA-PORCICOLA, 2012, Lavras, MG, **Anais [...]**. Universidade Federal de Lavras - Lavras, MG – Brasil, 2012. p. 1-19.

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

MARCOS-FILHO, J. **Testes de vigor: importância e utilização**. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, p.1-1 - 1-21. 1999.

MARINCEK, A. **Qualidade de sementes de milho produzidas sob diferentes sistemas de manejo no campo e em pós-colheita**. 2000. 105 f. Dissertação. (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

MARTIN, B. A.; CERWICK, S. F.; REDING, L. D. Physiology Basis for Inhibition of Maize Seed Germination by Flooding. **Crop Science**, Madison, v. 31, n. 4, p. 1052–1057, 1991.

MARTIN, B.A.; SMITH, O.S; O'NIEL, M. Relationships between laboratory germination tests and field emergence of maize inbreds. **Crop Science**, Madison, v.28, n.1, p.801-805, 1988.

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.

McDONALD JUNIOR, M.B.; WILSON, D.O. An assessment of the standardization and ability of the ASA-610 to rapidly predict potential soybean germination. **Journal of Seed Technology**, Springfield, v.4, n.2, p.1-11, 1979.

MUNIZ, M.F.B. *et al.* Comparação entre métodos para avaliação da qualidade fisiológica e sanitária de sementes de melão. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 26, n. 2, p. 144-149, 2004.

NAKAGAWA, João. **Testes de vigor baseado no desempenho de plântulas**. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (ed.). Vigor de sementes conceitos e testes. Londrina: ABRATES. cap 2, p. 2.1 – 2.24, 1999.

NEUMANN, Günter; PREIÛLER, Manuela. Hassan Ahmad Azaizeh and Volker RoËmheld. Thiamine (vitamin B1) deficiency in germinating seeds of *Phaseolus vulgaris* L . exposed to soaking injury. **Plant Nutr**, [Stuttgart, Germany], v. 162, p. 295–300, 1999.

NEW, J.H. Studies on vacuum packing of seed. **Seed Science & Technology**, v.16, p. 715-723, 1988.

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

OLIVEIRA, A. C. *et al.* Testes de vigor em sementes baseados no desempenho de plântulas. **InterScience Place**, [s. l.], v. 2, n. 4, 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, 2007.

- PATERNIANI, E.; CAMPOS, M. S. Melhoria do milho. *In*: BORÉM, A. **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, p.429-486, 1999.
- PERES, W. L. R. **Testes de vigor em sementes de milho**. 2010. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Campus de Jaboticabal. 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.
- PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. Editora Universitária/UFPel, Pelotas, 2012. 573.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1985. 288 p.
- REGINATTO, J. C. *et al.* Milho crioulo: tecnologia viável e sustentável. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v.3, n.1, 2002.
- RIBEIRO, L. P. *et al.* Correlações e parâmetros genéticos em híbridos de milho. **Bioscience Journal**. v.32, n.1, p.1-10, 2016.
- RICARD, B. *et al.* Anaerobic stress induces the transcription and translation of sucrose synthase in rice. **Plant Physiology**, Cedex, v. 95, n. 3, p. 669–674, 1991.
- ROSTAGNO, H. S. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3.ed. Viçosa:UFV, 2011. 252p.
- 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, 2008.
- SAS Institute Inc. Base SAS® 9.4 Procedures Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc. 2014.
- SCHUCH, L.O.B.; NEDEL, J.L.; ASSIS, F.N.; MAIA, M.S. Vigor de sementes e análise de aveia preta. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.57, n.2, p.305-312, 2000.
- SHULL, A. Franklin. The influence of inbreeding on vigor in Hydatinasenta. **The Biological Bulletin**, v.24, n.1, p.1-13, 1912.
- SILVA, G. J. **Desenvolvimento de marcadores moleculares para a caracterização do gene gametófito indeterminado (ig1) em genótipos de milho**. 2009, Lavras, Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, 2009.
- SMIDERLE, O.J.; CÍCERO, S.M. Tratamento inseticida e qualidade de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 20, n. 2, p. 462-469, 1998.
- SMITH, M.T.; BERJAK, P. **Deteriorative changes associated with the los viability of stored desications of seed associated Mycroflora during atorage**. *In*: JAIME, K.; GALILI, G. Seed development and germination. New York: Basel-Hang Young, p.701-746. 1995.

- STEFANELLO, R. **Composição química e qualidade de sementes de variedades crioulas de milho no armazenamento**. 2014. Tese (Doutorado em Agronomia) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2014.
- TERRA, T. F. **Variabilidade genética em populações de teosinto (*Zea mays* subsp. *mexicana*) visando à contribuição para o melhoramento genético do milho (*Zea mays* subsp. *mays*)**. 2009. 175 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.
- TILLMAN, M. A. A. Análises de sementes In: PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. Editora Universitária/UFPel, Pelotas, 2012. 573 p.
- TOLEDO, F.F.; MARCOS FILHO, J. **Embalagens das sementes**. In: Manual das sementes, tecnologia da produção. São Paulo: Agronômica Ceres, cap. 14, p.187-193. 1977.
- 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.
- VANZOLINI, S. *et al.* Teste de comprimento de plântula na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, [s. l.], v. 29, n. 2, p. 90–96, 2007.
- 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.
- WOODSTOCK, L.W. Physiological and biochemical tests for seed vigour. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.1, n.1, p.127-157, 1973.
- ZIMMER, P. D. Fundamentos da qualidade da semente: In: PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. Editora Universitária/UFPel, Pelotas, 2012. 573p.

ANEXOS



Anexo A – Variedades de Milho.



Anexo B – Área experimental no campo



Anexo C – Secadores para sementes, sistema estacionário. FAEM/UFPel.



Anexo D – Método de armazenamento garrafas PET, sacos de Papel



Anexo E – Papel Germitest Marrom.



Anexo F – Copos com sementes alagadas.