

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA
FILHO” FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**CONDICIONAMENTO OSMÓTICO E QUALIDADE DE SEMENTES
DE MILHO DOCE DURANTE O ARMAZENAMENTO**

DENISE PUNTEL BASSO

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de
Botucatu, para obtenção do título de Mestre em
Agronomia (Agricultura).

BOTUCATU – SP

Fevereiro – 2014

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA
FILHO” FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**CONDICIONAMENTO OSMÓTICO E QUALIDADE DE SEMENTES
DE MILHO DOCE DURANTE O ARMAZENAMENTO**

DENISE PUNTEL BASSO

Orientador: Prof. Dr. Edvaldo Aparecido Amaral da Silva

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de
Botucatu, para obtenção do título de Mestre em
Agronomia (Agricultura).

BOTUCATU – SP

Fevereiro – 2014

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

P322c Basso, Denise Puntel, 1984-
Condicionamento osmótico e qualidade de sementes de milho doce durante o armazenamento / Denise Puntel Basso. - Botucatu : [s.n.], 2014
ix, 43 f. : tabs., grafs., fots. color.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2014
Orientador: Edvaldo Aparecido Amaral da Silva
Inclui bibliografia

1. Milho doce - Qualidade. 2. Milho - Armazenamento. 3. Sementes - Fisiologia. 4. Sementes - Potencial osmótico. I. Silva, Edvaldo Aparecido Amaral da. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. III. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO: “CONDICIONAMENTO OSMÓTICO E QUALIDADE DE SEMENTES DE
MILHO DOCE DURANTE O ARMAZENAMENTO”**

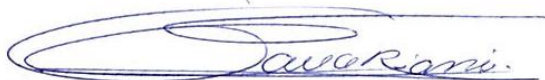
ALUNA: DENISE PUNTEL BASSO

ORIENTADOR: PROF. DR. EDVALDO APARECIDO AMARAL DA SILVA

APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA:



PROF. DR. EDVALDO APARECIDO AMARAL DA SILVA



PROF. DR. CLAUDIO CAVARIANI



PROF. DR. JOAO NAKAGAWA

Data da Realização: 27 de fevereiro de 2014.

DEDICATÓRIA

Dedico esta conquista aos meus queridos pais, **Adair Basso e Bertila Puntel Basso**, que sempre acreditaram no meu potencial e nunca desistiram de apoiar em todos os momentos da minha vida. Se hoje cheguei até aqui eu devo a eles.

A luta de suas vidas sempre foi orientada a proporcionar um futuro promissor para suas filhas. Eles sempre nos mostraram que a educação é o caminho para transformação e para uma vida melhor. A eles expressei meu profundo agradecimento.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar presente em todos os momentos da minha vida e pelas oportunidades colocadas no meu caminho.

Aos meus pais, Adair e Bertila, por todo amor, paciência, compreensão e principalmente por estarem sempre ao meu lado apoiando e incentivando nos momentos mais difíceis.

As minhas irmãs, Andréia e Fabiane, pelo carinho e amor incondicional e aos meus sobrinhos Yuri e Sara que alegram minha vida.

Ao Prof. Dr. Edvaldo Aparecido Amaral, pela orientação, ensinamentos e conselhos que foram fundamentais para realização desta pesquisa.

Ao Prof. Dr. Claudio Cavariani, pela disponibilidade em me ajudar nos momentos em que precisei, pela amizade e compreensão.

Ao Prof. Dr. João Nakagawa pelos valiosos ensinamentos durante a condução do experimento, paciência e dedicação em todos os momentos.

À Prof. Dr. Gisela Ferreira, pela oportunidade de usar o laboratório e pela parceria.

Aos Professores do Departamento de Produção e Melhoramento Vegetal da FCA/UNESP, pela sabedoria e ensinamentos transmitidos.

À Valéria, Vera, Eliane, Amanda, Dorival, pelo carinho e amizade.

Aos Funcionários do Departamento de Produção e Melhoramento Vegetal da FCA/UNESP pela colaboração e amizade.

Aos funcionários da Seção de Pós-Graduação e Biblioteca, por todos os serviços que prestados de forma solícita.

A Camila Aquino Tomaz, Pedro Bento, Alexandre Carneiro, Tiago Gianet, Jaqueline Corsato pela colaboração no trabalho realizado e amizade.

Aos amigos do laboratório de sementes, Bruna Luiza, Patrícia Silveira, Bárbara Panoff, Euménes Farias, Juliana Bravo, Daiane Ajala, Lilian Helena, Rubiana Rossi, Renake Texeira, Renan, Helen Sígla, Iara Brito, Tiago Alexandre, Leonel Pereira, Juliana Lima e a todos os estagiários que de alguma forma contribuíram para realização da dissertação e pela amizade estabelecida.

A aquelas pessoas especiais que conheci em Botucatu, que estiveram comigo nos momentos bons e ruins e que fizeram dos meus dias mais felizes.

A todos meus amigos e familiares que estão longe, mesmo assim sempre me deram apoio.

A CNPq pela concessão da bolsa de pesquisa.

À Sakata pelo fornecimento das sementes para realização do trabalho.

A todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito obrigada!!

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	VII
LISTA DE FIGURAS	IIX
RESUMO	1
SUMMARY	3
1. INTRODUÇÃO	4
2. REVISÃO DE LITERATURA	6
2.1 Aspectos gerais sobre a produção de milho doce	6
2.2 Condicionamento osmótico de sementes	8
2.3 Armazenamento de sementes	10
3. MATERIAL E MÉTODOS	12
3.1 Local de instalação do experimento	12
3.2 Testes preliminares	12
3.2.1 Curva de embebição	12
3.2.2 Condicionamento fisiológico	14
3.3 Condicionamento osmótico	14
3.4 Determinação do teor de água	16
3.5 Teste de germinação	16
3.6 Primeira contagem do teste de germinação	17
3.7 Condutividade elétrica	17
3.8 Envelhecimento acelerado	17
3.9 Germinação em areia	18
3.10 Índice de velocidade de emergência de plântulas	18
3.11 Comprimentos de raiz e parte aérea das plântulas	18
3.12 Massa de matéria seca das plântulas	19
3.13. Procedimento estatístico	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
6. CONCLUSÕES	36
7. REFERÊNCIAS	37

LISTA DE TABELAS

Página

Tabela 1. Valores de F obtidos da análise de variância para os testes de germinação (G%) e primeira contagem de germinação (PC) de sementes de milho doce submetidas ao condicionamento osmótico e períodos de armazenamento em condições de câmara fria (CF) e ambiente de laboratório (AL). Botucatu/SP, 2014.	22
Tabela 2. Germinação (%) de sementes de milho doce submetidas ao condicionamento osmótico e períodos de armazenamento em condições de câmara fria e ambiente de laboratório. Botucatu/SP, 2014.....	23
Tabela 3. Primeira contagem do teste germinação (%) de sementes de milho doce submetidas ao condicionamento osmótico e períodos de armazenamento em condições de câmara fria e ambiente de laboratório. Botucatu/SP, 2014.	24
Tabela 4. Valores de F obtidos da análise de variância de condutividade elétrica (CE), envelhecimento acelerado (EA) de sementes de milho doce submetidas ao condicionamento osmótico e períodos de armazenamento em condições de câmara fria e ambiente de laboratório. Botucatu/SP, 2014.....	25
Tabela 5. Condutividade elétrica de sementes de milho doce submetidas ao condicionamento osmótico e períodos de armazenamento em condições de câmara fria e ambiente de laboratório. Botucatu/SP, 2014.....	26
Tabela 6. Envelhecimento acelerado de sementes de milho doce submetidas ao condicionamento osmótico e períodos de armazenamento em condições de câmara fria e ambiente de laboratório. Botucatu/SP, 2014	28
Tabela 7. Valores de F obtidos da análise de variância de germinação em areia (GA) e índice de velocidade de emergência de plântulas em areia (IVEP) de sementes de milho doce submetidas ao condicionamento osmótico e períodos de armazenamento em condições de câmara fria e ambiente de laboratório. Botucatu/SP, 2014..	27
Tabela 8. Germinação em areia de sementes de milho doce submetidas ao condicionamento osmótico e períodos de armazenamento em condições de câmara fria e ambiente de laboratório. Botucatu/SP, 2014.....	29
Tabela 9. Índice de velocidade de emergência de plântulas em areia de sementes de milho doce submetidas ao condicionamento osmótico e períodos de armazenamento em condições de câmara fria e ambiente de laboratório. Botucatu/SP, 2014.....	30

Tabela 10. Valores de F obtidos da análise de variância de comprimento de raiz (CR), comprimento da parte aérea (CPA), massa da matéria seca de plântulas (MSP) em sementes de milho doce submetidas ao condicionamento osmótico e períodos de armazenamento em condições de câmara fria e ambiente de laboratório. Botucatu/SP, 2014.....	31
Tabela 11. Comprimento de raiz de plântula de milho doce submetidas ao condicionamento osmótico e períodos de armazenamento em condições de câmara fria e ambiente de laboratório. Botucatu/SP, 2014.....	32
Tabela 12. Comprimento da parte aérea das plântulas de milho doce submetidas ao condicionamento osmótico e períodos de armazenamento em condições de câmara fria e ambiente de laboratório. Botucatu/SP, 2014.	32
Tabela 13. Massa seca de plântulas de milho doce submetidas ao condicionamento osmótico e períodos de armazenamento em condições de câmara fria e ambiente de laboratório. Botucatu/SP, 2014.	34

LISTA DE FIGURAS

Página

Figura 1. Curva de embebição de sementes de milho doce (<i>sh2</i>) submetidas ao condicionamento osmótico com PEG 6000 nos potenciais -0,6, -0,8, -1,0, -1,2 e -1,4 MPa. Botucatu/SP, 2014.....	13
Figura 2. Estrutura de madeira com tela de nylon empregada para pré umidificação de sementes de milho doce. Botucatu/SP, 2014.....	15
Figura 3. Médias do teor de água de sementes de milho doce submetidas a tratamentos de condicionamento fisiológico e armazenamento em dois diferentes ambientes por 180 dias. Botucatu/SP, 2014.	21
Figura 4. Temperaturas do ar mínima, média, máxima (°C) e umidade relativa do ar mínima, média, máxima (%) registradas no decorrer dos testes de germinação em areia, velocidade de emergência de plântulas e comprimento de plântulas (raiz e parte aérea), massa de matéria seca de plântulas. Botucatu/SP, 2014	33

RESUMO

As sementes de milho doce possuem características que contribuem para baixa qualidade fisiológica, como elevados teores de açúcares em detrimento ao amido, alta sensibilidade a danos por embebição, susceptibilidade ao ataque de fungos, que favorecem a perda da viabilidade, vigor e redução da longevidade. Neste contexto, a utilização do condicionamento osmótico pode elevar a uniformidade e a velocidade de germinação e, portanto, melhorar a qualidade fisiológica das sementes. Porém, ainda não se sabe se as sementes osmoticamente condicionadas devem ser armazenadas em condições especiais para manutenção da qualidade obtida pelo tratamento. Assim, este trabalho tem como objetivo verificar o efeito do condicionamento osmótico de sementes de milho doce durante o armazenamento. As sementes foram tratadas com soluções de Polietilenoglicol (PEG 6000), secadas através do método de estufa de circulação de ar e posteriormente armazenadas em embalagem de plástico, em ambiente de laboratório e em câmara fria. Elas foram avaliadas a cada dois meses por período de seis meses. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 4 (Condicionadas e não condicionadas e 4 períodos de armazenamento), com 4 repetições. Foram avaliados, o teor de água, germinação, primeira contagem de germinação, condutividade elétrica, envelhecimento acelerado, germinação em areia, velocidade de emergência de plântulas e comprimento de plântulas, massa da matéria seca de plântulas. Os resultados foram submetidos a análise de variância (ANOVA), as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Foi concluído que nas sementes de milho doce osmoticamente condicionadas apresentam melhor qualidade fisiológica, porém esta não se mantém durante o armazenamento.

Palavras-chave: *Zea mays* L., osmocondicionamento, vigor.

OSMOTIC CONDITIONING AND QUALITY OF SWEET CORN SEEDS DURING STORAGE

Botucatu, 2014. 43 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura). Faculdade de Ciências Agronômicas. Universidade Estadual Paulista.

Author: Denise Puntel Basso

Adviser: Edvaldo Aparecido Amaral da Silva

SUMMARY

The sweet corn seeds possess characteristics that contribute to decrease the physiological quality of its seeds, such as high levels of sugar over starch, high sensitivity to damage during imbibition. In addition, the seeds have also susceptibility to fungi, which favored the loss of viability, vigor and reduced longevity during storage. In this context, the use of priming may increase the uniformity and speed of germination and therefore improve seed quality. However, it is not known whether the osmoprimed seeds could be stored under special conditions for maintaining the quality obtained by the treatment. This study aims to determine the effect of priming of sweet corn seeds during storage. The seeds were treated with solutions of polyethylene glycol (PEG 6000) and evaluated every two months over a period of six months. The experimental design was completely randomized, factorial 2 x 4 (Conditioned and unconditioned and 4 days of storage) with 4 replications. The seeds were dried and subsequently stored in plastic bags, under laboratory conditions and in cold chamber. We evaluated the water content, germination, first count of germination, electrical conductivity, accelerated aging, germination in sand, speed of seedling emergence and seedling length, seedling dry matter. The results were submitted to analysis of variance (ANOVA), and the averages were compared by the Tukey test at 5 % of probability. It was concluded that primed showed a better quality but it is lost during storage.

Keywords: *Zea mays* L, priming, vigor.

1. INTRODUÇÃO

A aceitação pelos consumidores de milho doce produzidas é vantajosa, no entanto, problemas com a baixa qualidade fisiológica das sementes acarretam em desuniformidade na emergência de plântulas em campo, rápida perda de viabilidade e vigor, baixa tolerância ao armazenamento comprometendo o rendimento final da cultura.

Para minimizar esse problema, tem se desenvolvido técnicas para melhorar o desempenho dos lotes de sementes entre a colheita e a semeadura. Nesse sentido, o condicionamento osmótico é uma ferramenta para beneficiar a qualidade das sementes favorecendo a germinação, reduzindo o tempo entre a semeadura e o início da germinação, a uniformidade e o sincronismo de emergência de plântulas em campo, obtendo maior sucesso no estabelecimento inicial dos cultivos e a redução das injúrias durante a embebição das sementes.

A possibilidade de armazenar as sementes que foram condicionadas osmoticamente por um longo período sem a perda dos benefícios alcançados pelo tratamento é altamente desejável. Dessa forma, ainda há questionamentos a serem esclarecidos sobre as condições de ambiente ideal para o armazenamento de sementes condicionadas, se essas condições seriam as mesmas para sementes que não foram condicionadas e também qual o período máximo de armazenamento das sementes sem a redução dos benefícios.

O armazenamento visa manter a qualidade fisiológica das sementes, assim, a longevidade é muito influenciada pelas condições de armazenamento que essas sementes são submetidas, sobretudo pela umidade relativa e a temperatura do ar.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do condicionamento osmótico sobre a qualidade fisiológica e durante o armazenamento de sementes de milho doce (*sh2*).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos gerais sobre a produção de milho doce

O milho doce (*Zea mays* L. grupo saccharata), pertencente à família das poáceas, é um cereal muito popular e largamente consumido nos Estados Unidos (EUA), Canadá e Europa (TRACY, 2001).

Os Estados Unidos, atualmente, é considerado o maior produtor mundial, sendo a maior parte do milho verde consumido do grupo doce. Em 2012, foram cultivados 365 mil hectares desse tipo de milho, para a indústria e para consumo “in natura”, com uma produção de 2,94 milhões de toneladas. Atualmente, a produção mundial de milho doce foi estimada em 9,18 milhões de toneladas, em uma área de 1,04 milhões de hectares (USDA, 2013).

O milho doce é considerado um tipo especial de milho, assim como o milho pipoca, o milho branco para canjica e o minimilho, dessa forma não tendo sido incluído nos levantamentos sistemáticos de safras agrícolas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Os dados estatísticos, na maioria das vezes, advém de lavouras de milho comum e apenas nos censos agropecuários são realizados levantamentos de produção vegetal de produtos hortícolas, como o milho verde (em espigas), o que parece indicar que o milho doce estaria incluído nesses levantamentos (TSUNECHIRO et al, 2002).

Desse modo, de acordo com dados fornecidos pela SYNGENTA SEEDS e citado por Barbieri et al. (2005), no Brasil são cultivados cerca de 36 mil hectares de milho doce onde praticamente toda a produção é voltada para o processamento em indústrias alimentícias, na forma de enlatados e conservas.

A produção brasileira de milho doce está concentrada na região centro oeste do país, com destaque para o estado de Goiás como maior produtor com 28.000 hectares (ha), segue-se os estados de São Paulo, com 4.000 ha, o Rio Grande do Sul, com 3.000 ha, e Minas Gerais, com 1.000 ha (MAGGIO, 2006).

A instalação de grandes indústrias processadoras de milho doce no estado de Goiás foi devido aos programas de incentivos fiscais e, principalmente, pela possibilidade de cultivo durante o ano todo com a utilização de áreas com irrigação, e também, pelo escalonamento da produção que possibilitam um fluxo constante do produto para comercialização. A possibilidade de processamento durante ano inteiro tornou as indústrias desta região extremamente competitivas no cenário nacional e internacional (MAGGIO, 2006).

Este segmento das indústrias processadoras de milho doce tem crescido bastante nos últimos anos. Dessa forma, a crescente demanda de milho doce no Brasil impulsionaram as empresas brasileiras produtoras de sementes a investir em desenvolvimento de híbridos e variedades de milho especiais mais adaptadas às condições climáticas das diversas regiões do país (BARBIERI et al., 2005).

O milho doce apresenta alto valor nutritivo e características próprias que o diferenciam em relação ao milho normal, especialmente quanto ao teor de açúcar, possuindo em sua composição elevados teores de açúcares solúveis no endosperma, em detrimento ao amido (PEREIRA FILHO et al., 2003).

A característica doce é um caráter recessivo e os genes mutantes mais conhecidos são o *sugary (su)*, *shrunk (sh)* e *britte (bt)*. Todos os genes são caracterizados por promoverem alterações na composição dos carboidratos no endosperma, diferenciando-se quanto à proporção de amido e açúcar e em relação à posição nos cromossomos em que estes alelos estão localizados (TRACY, 2001).

O milho doce possui de 9 a 14% de açúcar e de 30 a 35% de amido e o superdoce tem em torno de 25% de açúcar e de 15 a 25% de amido, enquanto o milho normal tem cerca de 3% de açúcar e entre 60 e 70% de amido (PEREIRA FILHO et al., 2003).

O teor de açúcares do milho doce é o principal componente do sabor dos grãos, no entanto, a qualidade também é determinada pela espessura do pericarpo que confere maciez ao milho doce. Dessa forma, pericarpo tenro é altamente desejável no melhoramento da qualidade do milho doce, entretanto, para a produtores rurais, as sementes com espessura do pericarpo tenro, apresentam maior probabilidade a danos por embebição e maior susceptibilidade ao ataque de patógenos (TRACY, 2001).

A indústria de conservas e enlatados de milho doce tem preferência por produtos com maior teor de açúcar e menor teor de amido, o que também é desejado para o consumo “in natura” (PEREIRA FILHO e CRUZ, 2003). Um mercado muito promissor para o milho doce é na forma de milho cozido em espigas, em regiões onde o milho verde normal já é consumido em larga escala, como nos grandes centros e em cidades litorâneas (PEREIRA FILHO et al., 2003).

2.2 Condicionamento osmótico de sementes

O condicionamento fisiológico é uma técnica desenvolvida por Heydecker et al., (1975), empregada com o objetivo principal de reduzir o período de germinação das sementes, bem como sincronizar a emergência das plântulas. Assim, ocorre estabelecimento mais rápido e uniforme das plantas no campo, além da minimização de efeitos de condições ambientais desfavoráveis, pela menor exposição das sementes, ataque de pragas e microorganismo, como também proporcionar maior competitividade com as plantas daninhas.

O processo de germinação das sementes ocorre com a absorção de água durante embebição segundo um padrão trifásico (BEWLEY e BLACK, 1994). Nesse sentido, o condicionamento osmótico também chamado de osmocondicionamento, visa controlar a hidratação das sementes o suficiente para promover a atividade metabólica das fases iniciais do processo de germinação (fases I e II), porém sem que a fase III seja atingida, esta caracterizada pelo alongamento celular e protrusão da raiz primária. Para tanto, são empregados agentes osmóticos que reduzem o potencial hídrico da solução e limitam a absorção de água pelas sementes (HEYDECKER et al., 1975).

Vários agentes osmóticos são possíveis de utilização para o condicionamento osmótico de sementes, como sais inorgânicos, como nitrato de potássio (KNO_3), sulfato de magnésio (MgSO_4), cloreto de sódio (NaCl), cloreto de magnésio

(MgCl_2) e os compostos orgânicos, como manitol, glicerol e polietileno glicol (PEG). O condicionamento com a utilização do PEG é muito utilizado, atualmente, por ser um polímero de elevado peso molecular, que não penetra nas células das sementes, e quimicamente inerte (MARCOS FILHO, 2005).

Conforme Nascimento (2009), após o condicionamento fisiológico, as sementes podem ser lentamente desidratadas até que o grau de umidade original seja atingido, o que possibilita seu manuseio ou mesmo armazenamento.

Durante o condicionamento diversos eventos metabólicos são ativados que contribuem com a melhoria da germinação subsequente. Os benefícios têm sido associados à ativação de mecanismos de reparos macromoleculares e do sistema de membranas, incremento nas atividades enzimáticas e mobilização de açúcares e proteínas (SRINIVASAN et al., 1999; MCDONALD, 1998).

Zengh et al., (1994) também referiram-se à melhoria do vigor de sementes osmocondicionadas de canola em razão da eficiência do tratamento em reparar a organização estrutural da membrana plasmática durante a embebição.

Segundo Bradford (1986) o condicionamento osmótico possibilita maior velocidade e uniformidade de germinação devido ao acúmulo de solutos, como açúcares e ácidos orgânicos, provenientes do início do processo metabólico da semente, resultando em maior turgor celular durante a reidratação; em consequência, ocorre a protrusão da raiz primária em menor de tempo.

Apesar de essa técnica ser muito utilizadas em sementes de hortaliças, resultados de pesquisas realizadas com outras culturas possibilitam a constatação de efeitos positivos do condicionamento na germinação de sementes e no desenvolvimento inicial de plântulas sob condições ideais ou adversas, conforme observado por Murungu et al. (2005), em milho e algodão, por Oliveira et al. (2007), em milho doce, e por Patanè et al. (2009) em sorgo.

O condicionamento osmótico nos potenciais de -1,0 e -1,2 Mpa por três dias promoveu aumento da germinação, quanto comparado com a testemunha, e melhorias no índice de velocidade de germinação em sementes de milho doce armazenadas por um período de seis meses (OLIVEIRA et al., 2007). Sung e Chang (1993) também relataram elevação na porcentagem final e da uniformidade de emergência de plântulas, especialmente em baixas temperaturas quando empregadas sementes de milho doce osmocondicionadas.

Sementes de algodão submetidas ao osmocondicionamento com PEG 6000 tiveram vigor superior ao de sementes não condicionadas (testemunha), principalmente nos períodos de condicionamento de 24 a 48 horas; no entanto, em relação a porcentagem de germinação não foi influenciada (QUEIROGA et al, 2011).

Para Braccini et al. (1997) o condicionamento osmótico de sementes de soja é eficiente em aumentar a performance germinativa delas, contudo os efeitos se acentuam quando submetidas a uma condição de estresse.

Conforme Nunes et al. (2003), o tratamento de sementes de soja com PEG, possibilita melhoria na emergência das plântulas em taxa e rapidez de estabelecimento, e conseqüentemente, o desenvolvimento das plantas, com reflexos na produtividade da cultura, quando comparado aqueles de sementes não submetidas ao osmocondicionamento.

2.3 Armazenamento de sementes

O armazenamento visa conservar as sementes da deterioração, preservando suas qualidades físicas, fisiológicas e sanitárias, minimizando a perda da germinação e do vigor. Assim sendo, o armazenamento tem por finalidade a manutenção da qualidade das sementes durante o período que as sementes ficam armazenadas objetivando seu uso no futuro, visto que o seu melhoramento não é possível, mesmo sob condições ideais (VILLELA et al, 2004).

A velocidade do processo deteriorativo, ao longo do período em que a semente permanece armazenada, é controlada em função da longevidade, da qualidade inicial das sementes e das condições do ambiente. No entanto, como a longevidade é uma característica genética inerente à espécie, apenas a qualidade inicial das sementes e as condições do ambiente de armazenamento podem ser manipuladas (NASCIMENTO, 2009).

A taxa de deterioração da semente sofre influência de inúmeros fatores, muito embora a temperatura e a umidade relativa do ar do ambiente de armazenamento sejam comumente citadas como os mais importantes (SMITH e BERJAK, 1995).

Em relação ao armazenamento de sementes condicionadas osmoticamente, a preocupação é em manter a qualidade fisiológica. No entanto, ainda há

poucos estudos em relação ao comportamento dessas sementes na conservação do potencial fisiológico durante o armazenamento. Existem inúmeros fatores que podem interferir no potencial de armazenamento de sementes condicionadas e, assim, resultados diferentes podem ocorrer devido à metodologia empregada, ao método de secagem, ao genótipo, ao teor de água das sementes, à variações nas condições de armazenamento (temperatura e umidade relativa), no tipo de embalagem, entre outros (MARCOS FILHO, 2005; NASCIMENTO, 2009).

Dearman et al. (1987) afirmaram que os ganhos fisiológicos obtidos com o condicionamento osmótico de sementes podem ser mantidos, desde que as condições de armazenamento sejam adequadas. Alvarado e Bradford (1988), estudando as condições de armazenamento de sementes de tomate, observaram que as tratadas com PEG 8000, KNO_3 e sementes não tratadas conservaram a viabilidade por 18 meses quando armazenadas a 10° C e 20° C.

Sementes de melão cv. Top Net SR osmoticamente condicionadas após 24 meses de armazenamento sob condições de laboratório (15-30°C e 30-80% de UR), apresentaram maior deterioração, com apenas 30% de germinação, enquanto que as sementes não condicionadas com 78% de germinação (NASCIMENTO, 2002).

No entanto, Nascimento e West (1999) utilizando a mesma cultivar de melão, observaram germinação maior e mais rápida nas sementes condicionadas quando à temperatura de 17 °C, confirmando que o condicionamento osmótico, em melão, pode ser altamente benéfico, principalmente nas condições adversas de germinação a baixas temperaturas. Já em condições ótimas, a porcentagem de germinação das sementes condicionadas e não condicionadas não diferiram entre si.

Por outro lado, a germinação e o vigor de sementes de tomate osmoticamente condicionadas mostraram-se superiores aos das não condicionadas, após um período de armazenamento de 120 dias (ROSSETTO et al., 2002).

Embora haja poucos trabalhos na literatura sobre o osmocondicionamento de sementes de milho doce e armazenamento. Sementes de outras espécies, como cenoura, cebola, ervilha e tomate osmoticamente condicionadas, apresentaram elevada capacidade de armazenamento e incrementos na taxa de germinação (SAVINO et al., 1979; TRIGO et al., 1999; DEARMAN et al., 1986; LIU et al., 1996).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local de instalação do experimento

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Produção e Melhoramento Vegetal da Faculdade de Ciências Agronômicas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP) no Campus de Botucatu – SP.

Foram utilizadas sementes de milho super doce *shrunk-2* (*sh2*), safra 2011/2012, tratadas com 0,2% de Thiran, cedidas pela empresa Sakata Seed Sudamerica LTDA.

3.2 Testes preliminares

3.2.1 Curva de embebição

Primeiramente foi realizada a curva de embebição das sementes para verificar a aquisição de água durante as fases I, II e III do processo de germinação conforme os potenciais das soluções de PEG (Figura 1).

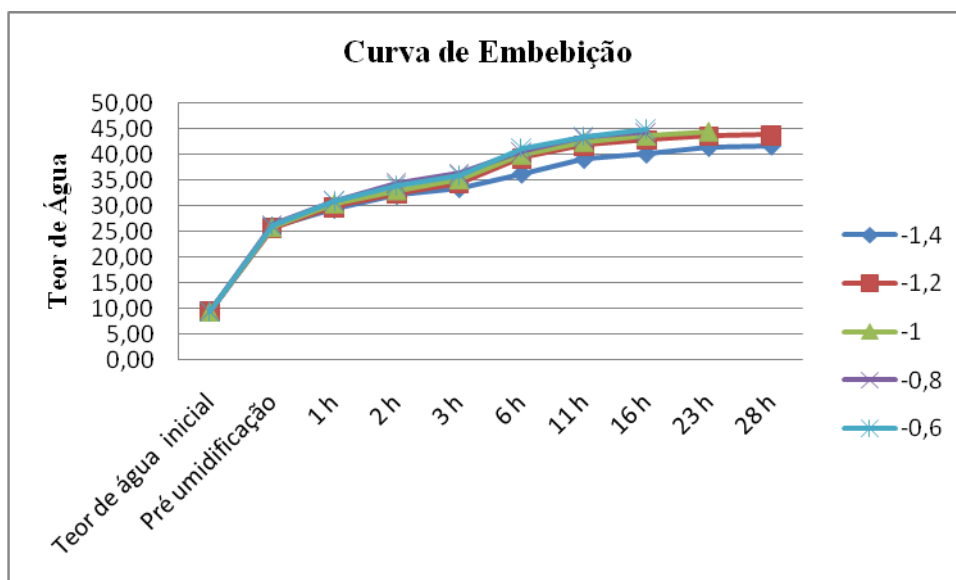


Figura 1. Curva de embebição de sementes de milho doce (*sh2*) submetidas ao condicionamento osmótico com PEG 6000 nos potenciais -0,6, -0,8, -1,0, -1,2 e -1,4 MPa. Botucatu/SP, 2014.

Antes da realização da curva de embebição foi feito uma pré-umidificação das sementes de milho doce para evitar possíveis distorções nos resultados advindos de danos à elas causados durante a embebição. O teor de água inicial das sementes estava em torno de 10 % e após a pré-umidificação o teor de água atingido foi, em média, de 20 %. Neste procedimento as sementes foram dispostas, em camada única, sobre uma tela de aço inox, inserida em caixas plásticas transparentes (11 x 11x 3,5cm). No fundo de cada caixa plástica foi adicionada água desionizada (30 ml); as caixas fechadas foram embaladas em sacos plásticos durante um período de 24 horas, mantidas em uma câmara vertical “Biochemical oxygen demand” (B.O.D) sob temperatura de 30 °C.

O preparo das soluções foi feito de acordo com a equação proposta por Michel e Kaufmann (1973), com ajustes de acordo com especificações de Villela et al. (1991). Soluções de PEG com potenciais osmóticos de -0,6, -0,8, -1,0, -1,2, -1,4 MPa foram empregadas.

As sementes, em quatro repetições de 50 de cada tratamento foram condicionadas em caixas plásticas transparentes, com dimensões de 11 x 11 x 3,5 cm, sobre duas folhas de papel toalha do tipo germitest e cobertas com uma terceira folha, umedecidas com volumes de 20 ml de solução de PEG 6000 e mantidas B.O.D a 30 °C.

As soluções de PEG 6000 foram trocadas de hora em hora, nas primeiras seis horas, e a cada seis horas, posteriormente, objetivando oxigenar as soluções utilizadas e manter constante o potencial osmótico das mesmas.

Para monitorar a absorção de água pelas sementes foi realizado a pesagem das sementes a cada hora, nas primeiras três horas, e em intervalos maiores na sequência conforme assinalada na Figura 1. Para tanto, as sementes foram retiradas das caixas plásticas, secadas superficialmente com papel toalha, pesadas e colocadas novamente para embeber. As pesagens foram realizadas até que 5 % das sementes estivessem com protrusão radicular.

3.2.2 Condicionamento fisiológico

Uma vez conhecida a curva de embebição das sementes de milho doce, foram realizado condicionamento osmótico com as soluções de PEG 6000 com os potenciais de -0,6, -0,8, -1,0, -1,2, -1,4 MPa em períodos correspondentes a 5 horas antecedentes à protrusão da radícula, ou seja, 11, 11, 18, 23, 23 horas respectivamente.

Em seguida as sementes foram secadas pelo método da estufa com circulação de ar a uma temperatura de 29,3 °C e umidade relativa de 40% até o teor de água inicial, ou seja, 10 %. Foi realizado o controle da perda de umidade de acordo com a equação baseado na fórmula do cálculo do teor de água.

$$P2 = [(100-A)/100-B] \times P1, \text{ em que:}$$

P2 = peso final das sementes;

P1 = peso inicial das sementes;

A = teor de água inicial;

B = teor de água desejado

O teor de água atingido após a secagem foi em média de 10 %. Em seguida, as sementes foram submetidas ao teste de germinação e calculado o índice de velocidade de germinação, com isso, foi definido o potencial osmótico da solução de PEG -1,0 MPa, utilizada na pesquisa.

3.3 Condicionamento osmótico

Inicialmente foi realizada uma pré-umidificação das sementes de milho doce. As sementes apresentavam um teor de água inicial das sementes estava em torno de 10 % e após a pré-umidificação o teor de água atingido foi, em média, de 20 %. Neste procedimento as sementes foram dispostas, em camada única, sobre uma tela de nylon (mosquiteiro) de malha de 0,5 mm fixado em uma estrutura de madeira, com dimensões de 19,7 x 29,0 x 4,2 cm (Figura 2); esta foi colocada sobre bandeja plástica de 24,0 x 38,0 x 7,0 cm contendo 150 ml água no fundo e envolvidos por um saco plástico, durante um período de 24 horas mantidas em B.O.D, sob temperatura de 30° C.

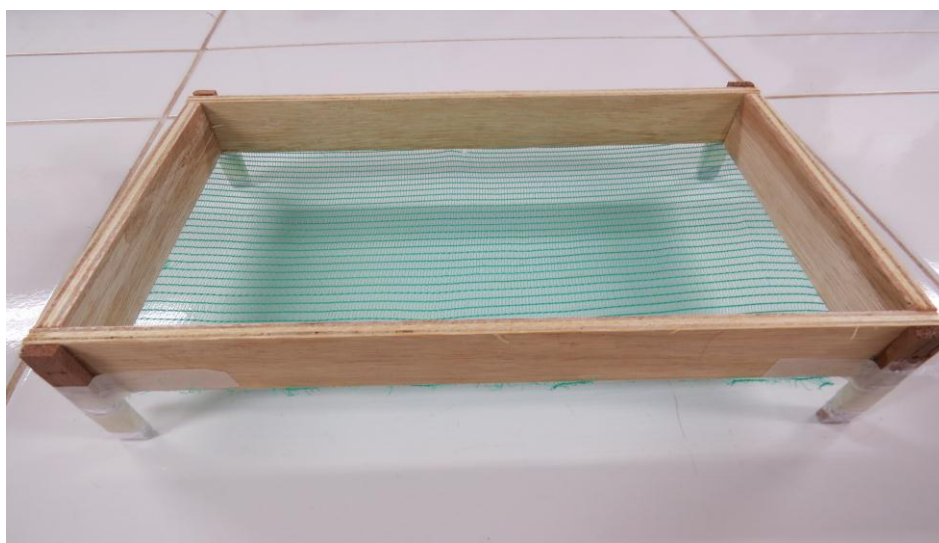


Figura 2. Estrutura de madeira com tela de nylon empregada para pré umidificação de sementes de milho doce. Botucatu/SP, 2014.

Para o condicionamento osmótico as sementes foram embebidas, entre papel toalha do tipo germitest (2 folhas em baixo e 1 em cima), umedecidas com solução de PEG 6000 em bandejas plásticas, envolvidas por um saco plástico e mantidas em B.O.D a uma temperatura de 30° C por 18 horas em um potencial de -1,0 MPa. A solução de PEG 6000 foi trocada a cada seis horas, objetivando oxigenar a solução utilizada e manter constante o potencial osmótico das mesmas.

Posteriormente, ao término do condicionamento, as sementes foram lavadas com água desionizada durante um minuto para a remoção dos resíduos da solução e secadas sobre papel toalha, em seguida as sementes foram submetidas à secagem em estufa com circulação de ar, à temperatura média de 29,30°C e umidade relativa de 40 %, até o teor de água próximo de 10 %.

Após a secagem, as sementes foram armazenadas em embalagem de plástico em papel aluminizada em seu interior, hermeticamente fechada, com espessura de 0,13 mm, e submetidas a duas condições de armazenamento. A primeira em ambiente de laboratório, com temperatura e umidade relativa do ar monitoradas por termohigrômetro. As temperaturas médias mensuradas durante o período de armazenamento foram de 24,2 °C e 48,5 %. A segunda condição de armazenamento foi a de câmara fria, com temperatura e umidade relativa controladas, permanecendo, em média, de 10,4°C e 57,2%, respectivamente.

As sementes foram armazenadas por um período de seis meses, sendo realizadas avaliações físicas e fisiológicas a cada dois meses mediante determinações do teor de água (%) e os testes de germinação, de primeira contagem de germinação, de condutividade elétrica, de envelhecimento acelerado, de germinação em areia, de índice de velocidade de emergência de plântulas, de comprimento de plântulas (raiz e parte aérea) e de massa de matéria seca de plântulas.

3.4 Determinação do teor de água

O teor de água foi determinado pelo método de estufa a 105 °C $\pm$ 3 °C por 24 horas, utilizando-se duas repetições de 50 sementes por tratamento, conforme as Regras para Análise de sementes (BRASIL, 2009).

3.5 Teste de germinação

No teste de germinação foram empregadas 200 sementes, divididas em quatro repetições de 50, distribuídas entre três folhas de papel toalha (germitest) embrulhadas em forma de rolos e mantido em temperatura de 30°C. O umedecimento do papel foi realizado com água desionizada em quantidade correspondente a 2,5 vezes a massa do papel seco com acondicionamento em sacos plástico de polietileno com 0,033 mm de espessura e perfurados conforme metodologia de Coimbra et al. (2007).

Foi realizado antes do teste de germinação uma pré umidificação por um período de 24 horas. As sementes foram distribuídas em camada única sobre uma tela de aço inox, inserida em caixas plásticas transparentes (11 x11 x 3,5cm). No fundo da

caixa plástica foi adicionada água desionizada (30 ml), as caixas fechadas foram embaladas em sacos plásticos e mantidas a BOD a 30 ° C.

As contagens foram efetuadas no quarto e no sétimo dias após a semeadura, sendo avaliadas as porcentagens de plântulas normais, anormais e mortas de acordo com os critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

3.6 Primeira contagem do teste de germinação

O teste de primeira contagem de germinação foi conduzido juntamente com o teste de germinação, consistindo no registro de plântulas normais no quarto dia após a semeadura.

3.7 Condutividade elétrica

Para o teste de condutividade elétrica foram utilizadas 200 sementes, sendo divididas em quatro repetições de 50. As sementes foram previamente pesadas em uma balança de precisão de 0,0001g, acondicionadas em copos plásticos descartáveis (200 mL) contendo 75 mL de água desionizada, e mantidas em câmara de germinação tipo B.O.D a 25 °C por 24 horas (VIEIRA e KRZYZANOWSKI, 1999).

A condutividade elétrica da solução foi determinada por um condutivímetro de bancada, modelo Digimed DM 31, calibrado, com eletrodo de constante 1,0, expressando-se os resultados em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$.

3.8 Envelhecimento acelerado

No teste foram utilizados quatro repetições de 50 sementes, distribuídas em camada única sobre uma tela de aço inox, inserida em caixas plásticas transparentes (11 x 11x 3,5cm). No fundo de cada caixa plástica foi adicionada água desionizada (40 ml); as caixas fechadas foram embaladas em sacos plásticos e mantidas, em câmara de germinação, a 42°C, pelo período de 72 horas. Após o término do envelhecimento foi realizado o teste de germinação como descrito no item 3.5 avaliando-se a porcentagem de plântulas normais no quarto dia após a instalação. Foi determinado

também, após o período de envelhecimento, o teor de água das sementes conforme o método descrito no item 3.4.

3.9 Germinação em areia

Foram semeadas quatro repetições de 50 sementes em substrato contido em bandejas plásticas. O substrato utilizado foi areia, previamente peneirada em malha de 1 mm e posteriormente esterilizada em estufa por 24 horas a 105 °C, visando reduzir a contaminação por microorganismos. As bandejas foram preenchidas com 3,0 kg de substrato e a semeadura obedeceu a uma profundidade de 3 cm. O substrato foi umedecido com água, a 60 % da capacidade de retenção, calculado de acordo com Brasil (2009), e posteriormente as irrigações foram realizadas quando necessárias. O teste foi conduzido em casa de vegetação e a temperatura e umidade relativa do ar foram registradas a cada seis horas. A duração do teste foi de sete dias, ocasião em que se obteve a porcentagem de germinação (plântulas normais).

3.10 Índice de velocidade de emergência de plântulas

O índice de velocidade de emergência de plântulas foi determinado no teste de germinação em areia, mediante contagem diária do número de plântulas normais emersas, com no mínimo de 2 mm de comprimento do coleóptilo, durante os sete dias após a semeadura. O índice determinado de acordo com a fórmula proposta por Maguire (1962).

3.11 Comprimentos de raiz e parte aérea das plântulas

Esse teste foi realizado conjuntamente com o teste de germinação em areia (item 3.9). As plântulas normais obtidas foram mensuradas com auxílio de uma régua, graduada em milímetro (mm). Foram medidos os comprimentos da raiz e da parte aérea separadamente. As médias dos dados foram obtidas dividindo-se pelo número de plântulas normais mensuradas.

3.12 Massa de matéria seca das plântulas

Realizada juntamente com o teste de germinação em areia as plântulas normais obtidas foram acondicionadas em sacos de papel Kraft, identificadas e submetidas à secagem em estufa com circulação de ar a 65°C durante 48 horas. Após esse período, foram colocadas para esfriar em dessecador e realizada posteriormente a pesagem em balança de precisão (0,001 g); os resultados foram expressos em g/plântula.

3.13. Procedimento estatístico

O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial de 2 x 4, sendo 2 (condicionada e não condicionada), 4 (períodos de armazenamento) com 4 repetições.

Os dados médios dos testes de germinação, primeira contagem da germinação, condutividade elétrica, envelhecimento acelerado, germinação em areia, índice de velocidade de emergência de plântulas, comprimentos de raiz e parte aérea de plântula, massa de matéria seca de plântulas foram submetidos à análise de variância (ANAVA) e suas médias comparadas entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 1998).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de água das sementes de milho doce se mantiveram estáveis ao longo do armazenamento (Figura 3). Durante os cento e oitenta dias de conservação, independente do tratamento de condicionamento e do ambiente de armazenamento, os teores de água das sementes foram próximas à 10 % de água, fato decorrente do tipo embalagem utilizada e da relativa uniformidade das condições dos ambientes em que aquelas foram armazenadas. Segundo Portella e Eichelberger (2001), sementes com graus de umidade semelhante dos verificados tem sua qualidade preservada, pois não ocorre respiração ativa e é evitada, assim, a proliferação de microorganismos.

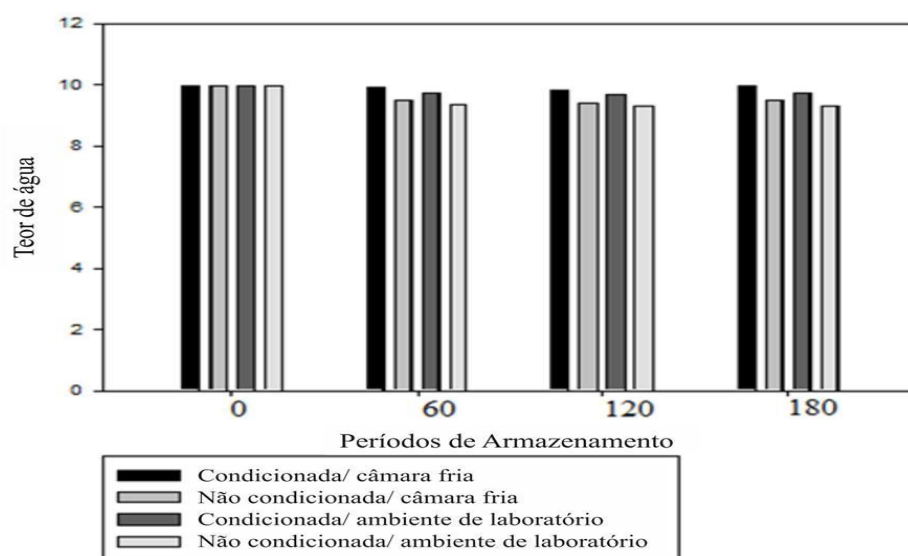


Figura 3. Médias do teor de água de sementes de milho doce submetidas a tratamentos de condicionamento fisiológico e armazenamento em dois diferentes ambientes por 180 dias. Botucatu/SP, 2014.

As análises de variância mostraram a porcentagem de germinação foi influenciada, em nível de 1% de probabilidade de erro, pelo teste F, apenas pelos períodos de armazenamento e quando as sementes de milho doce foram armazenadas em ambiente de laboratório. Entretanto, o efeito da interação entre os períodos de armazenamento e o tratamento de condicionamento osmótico não foi significativa para ambas condições de armazenamento (Tabela 1).

Para a primeira contagem da germinação (PC) foram encontradas diferenças significativas em condições de câmara fria (CF) para todas as fontes de variação, enquanto que em condições de armazenamento em laboratório não houve efeito significativo para tratamento de condicionamento osmótico (Tabela 1).

Tabela 1. Valores de F obtidos da análise de variância para os testes de germinação (G%) e primeira contagem de germinação (PC) de sementes de milho doce submetidas ao condicionamento osmótico e períodos de armazenamento em condições de câmara fria (CF) e ambiente de laboratório (AL). Botucatu/SP, 2014.

FV	GL	G (%)		PC (%)	
		CF	AL	CF	AL
Períodos (Dias)	3	3,00 ns	5,84**	6,33**	23,63**
Condicionamentos	1	2,62 ns	0,24 ns	15,41**	1,41 ns
Períodos X Condicionamentos	3	1,87 ns	0,56 ns	10,9**	11,22**
CV (%)		4,52	3,84	5,96	4,60

ns, não significativo; * significativo a 5 %, ** significativo a 1 % pelo teste de Tukey.

Analisando as médias dos resultados obtidos no teste de germinação (Tabela 2), o armazenamento em câmara fria, exceto no início do armazenamento (0 dia), nos demais períodos houve redução na porcentagem de germinação de sementes de milho doce durante o armazenamento.

Nas condições de ambiente de laboratório (Tabela 2), no primeiro período de armazenamento apresentou a maior porcentagem de germinação que nos demais períodos, sendo que aos 60, 120 e 180 não diferiram estatisticamente.

No teste de germinação, não houve influência do tratamento de condicionamento osmótico nos dois ambientes de armazenamento (Tabela 2).

Tabela 2. Germinação (%) de sementes de milho doce submetidas ao condicionamento osmótico e períodos de armazenamento em condições de câmara fria e ambiente de laboratório. Botucatu/SP, 2014.

Tratamentos de condicionamento	Períodos de armazenamento (Dias)				
	0	60	120	180	Médias
	Câmara fria				
Condicionada	89,00 Aa	83,50 Aab	81,75 Aab	79,25 Bb	83,37 A
Não condicionada	86,00 Aa	86,50 Aa	84,75 Aa	85,00 Aa	85,56 A
Médias	87,50 a	85,00 ab	83,25 ab	82,12 b	
	Ambiente de laboratório				
Condicionada	89,00 Aa	83,00 Aab	82,50 Ab	80,75 Ab	83,81 A
Não condicionada	86,00 Aa	83,00 Aa	82,25 Aa	81,75 Aa	83,25 A
Médias	87,50 a	83,00 b	82,37 b	81,25 b	

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Embora confirmada redução da porcentagem de germinação ao longo do armazenamento, em condições de laboratório, ela não foi tão expressiva possivelmente devido à adequação das condições de armazenamento para conservação das sementes de milho doce. Assim, os tratamentos de condicionamento osmótico não interferiram significativamente na germinação, pois esta ficou acima do limite mínimo de 60 % estabelecido para comercialização de sementes certificadas de milho super doce (*sh2*) (BRASIL, 2005). De acordo com Georghiou et al., (1987) e Sanfield et al., (1990) as condições inadequadas de armazenamento podem acelerar a deterioração das sementes condicionadas.

Os efeitos das condições ambientais de temperatura e umidade relativa do ar sobre o desempenho de sementes, durante o armazenamento, dependem também das características das espécies. Isto se deve ao fato de que, dentre outros fatores, semente de diferentes espécies apresentam diferentes constituições químicas, com distintos componentes de reserva sintetizados e acumulados durante o processo de formação, tais como proteínas, carboidratos e lipídeos (GRAHAM, 2008).

Graham (2008) cita que a deterioração das sementes altera significativamente os processos bioquímicos e fisiológicos das sementes, aumentando a degradação dos compostos de reserva, reduzindo a porcentagem de germinação das sementes estocadas em condições inadequadas à sua conservação, pois durante o processo de deterioração ocorre a produção de espécies reativas de oxigênio, que

alteram a estrutura de enzimas antioxidantes, ocasionando uma diminuição mais acentuada na viabilidade das sementes.

Os resultados do teste de primeira contagem da germinação mostram que, tanto no ambiente de laboratório como em câmara fria, as sementes submetidas ao condicionamento osmótico não mantiveram o vigor inicial, observando-se redução na porcentagem de sementes germinadas em primeira contagem logo após 60 dias de armazenamento. Em relação às sementes que não foram submetidas ao osmocondicionamento, o vigor foi mantido ao longo do período de armazenamento, nos dois ambientes (Tabela 3).

Tabela 3. Primeira contagem do teste germinação (%) de sementes de milho doce submetidas ao condicionamento osmótico e períodos de armazenamento em condições de câmara fria e ambiente de laboratório. Botucatu/SP, 2014.

Tratamentos de condicionamento	Períodos de armazenamento (Dias)				
	0	60	120	180	Médias
Câmara fria					
Condicionada	71,75 Aa	59,00 Bb	59,25 Bb	53,50 Bb	60,87 B
Não condicionada	64,25 Ba	67,75 Aa	66,25 Aa	66,25 Aa	66,12 A
Médias	68,00 a	63,37 ab	62,75 b	59,87 b	
Ambiente de laboratório					
Condicionada	71,75 Aa	59,75 Ab	59,50 Ab	52,00 Bc	60,75 A
Não condicionada	64,25 Ba	61,00 Aa	61,75 Aa	60,75 Aa	61,94 A
Médias	68,00 a	60,37 b	60,62 b	56,37 c	

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo de teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

No período inicial, logo após tratamento das sementes por meio do condicionamento osmótico, foi observado aumento na porcentagem de germinação em primeira contagem para sementes condicionadas. Nos períodos de armazenamento de 60, 120, 180 dias, em câmara fria, as sementes condicionadas tiveram menor porcentagem de plântulas normais na primeira contagem do teste de germinação, quando comparadas com as não condicionadas. Para o armazenamento em condições de laboratório, sementes submetidas ao condicionamento osmótico apresentaram menor porcentagem de germinação, chegando a 52 % no último período de armazenamento, enquanto as sementes não condicionadas com 60,75 % (Tabela 3).

A melhoria do vigor após o condicionamento osmótico tem sido correlacionada, na literatura, com os processos de reparo macromolecular durante o

tratamento, bem como um balanço metabólico mais favorável das sementes condicionadas no início do processo de germinação (LANTERI et al., 1998). Porém, com o envelhecimento das sementes, há um declínio na atividade de enzimas que removem os peróxidos, como a catalase, contribuindo com o processo de deterioração (BRANDÃO JÚNIOR, 1996).

Segundo Nakagawa (1999), sementes que apresentam maior porcentagem de plântulas normais na primeira contagem são mais vigorosas por apresentarem maior velocidade de germinação. Verifica-se, portanto, que o osmocondicionamento foi apenas efetivo na primeira época de avaliação, logo após o condicionamento.

O resumo das análises de variância considerando os resultados dos testes de condutividade elétrica (CE) e de envelhecimento acelerado (EA) e disposto na Tabela 4 mostra que, com exceção da CE em câmara fria, houve efeito significativo dos períodos de armazenamento para todas essas avaliações (Tabela 4). Para a fonte de variação “condicionamento osmótico” houve diferença para as avaliações de CE e EA no armazenamento em câmara fria e em ambiente de laboratório (Tabela 4). A interação entre fontes de variação (condicionamento osmótico x períodos de armazenamento) induziu diferenças para CE apenas na condição de armazenamento em laboratório, para o EA houve diferença nos dois ambientes de armazenamento (Tabela 4).

Tabela 4. Valores de F obtidos da análise de variância de condutividade elétrica (CE), envelhecimento acelerado (EA) de sementes de milho doce submetidas ao condicionamento osmótico e períodos de armazenamento em condições de câmara fria e ambiente de laboratório. Botucatu/SP, 2014.

FV	GL	CE ($\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$)		EA (%)	
		CF	AL	CF	AL
Períodos (Dias)	3	2,95 ns	10,68 **	3,19*	4,31*
Condicionamentos	1	239,29 **	410,95**	86,29**	69,49**
Períodos X Condicionamentos	3	1,88 ns	3,59*	22,24**	13,37**
CV (%)		16,31	11,38	7,11	9,50

ns, não significativo; * significativo a 5 %, ** significativo a 1 % pelo teste de Tukey.

As médias dos resultados para o teste de condutividade elétrica (Tabela 5) mostram que não houve influência dos períodos de armazenamento em

câmara fria. Em relação ao tratamento de condicionamento osmótico, as sementes osmoticamente condicionadas foram mais eficientes na redução da lixiviação de solutos.

Tabela 5. Condutividade elétrica ($\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$) de sementes de milho doce submetidas ao condicionamento osmótico e períodos de armazenamento em condições de câmara fria e ambiente de laboratório. Botucatu/SP, 2014.

Tratamentos de condicionamento	Períodos de armazenamento (Dias)				
	0	60	120	180	Médias
Câmara fria					
Condicionada	15,80 Ba	16,10 Ba	19,14 Ba	16,73 Ba	16,94 B
Não condicionada	36,48 Ab	48,28 Aa	46,45 Aa	45,67 Aab	44,22 A
Médias	26,15 a	32,19 a	32,79 a	31,20 a	
Ambiente de laboratório					
Condicionada	15,80 Ba	20,55 Ba	19,03 Ba	19,25 Ba	18,66 B
Não condicionada	36,48 Ac	50,51 Aa	48,72 Aab	41,76 Abc	46,87 A
Médias	26,15 c	35,53 a	33,87 ab	30,50 bc	

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Nas condições de ambiente de laboratório, as sementes submetidas ao condicionamento osmótico, o vigor das sementes de milho doce não foi alterado ao longo do período de armazenamento. Já para as sementes não condicionadas observou-se diferença estatística entre os períodos de armazenamento, sendo que aos 60 dias houve a maior lixiviação de solutos (Tabela 5).

Esses resultados indicam que o condicionamento osmótico reduziu a lixiviação de solutos em relação àquelas que não foram submetidas ao condicionamento. Esse fato ocorre devido à reorganização das membranas celulares, proporcionada pela embebição lenta das sementes devido ao potencial negativo da solução, e mantida após a secagem como mencionado por Ishida et al. (1988). Resultados semelhantes foram observados em milho doce (OLIVEIRA et al., 2007) e em soja (GIÚDICE et al., 1998).

A diminuição da liberação de exsudatos pelas sementes é altamente vantajoso, principalmente em semente de milho doce que possui elevados teores de açúcares. A diminuição da lixiviação de solutos reduz a incidência de "damping-off" e o ataque de microorganismos que são atraídos pelos exsudatos (NASCIMENTO, 2009).

Um dos indicadores da uniformidade da condução do teste de envelhecimento acelerado é o teor de água das sementes ao final do teste. Neste trabalho

a diferença do teor de água das sementes de milho doce foi menor que 3 %, conferindo segurança nos resultados do teste.

Os resultados do teste de envelhecimento acelerado indicam redução significativa na porcentagem de germinação para sementes condicionadas armazenadas em câmara fria e ambiente de laboratório partir dos 120 dias após armazenamento. Para sementes não condicionadas em câmara fria, o teste indicou maior porcentagem de germinação aos 180 dias em relação ao período inicial. Já para o ambiente de laboratório aos 60 dias (Tabela 6).

Tabela 6. Envelhecimento acelerado (%) de sementes de milho doce submetidas ao condicionamento osmótico e períodos de armazenamento em condições de câmara fria e ambiente de laboratório. Botucatu/SP, 2014.

Tratamentos de condicionamento	Períodos de armazenamento (Dias)				Médias
	0	60	120	180	
Câmara fria					
Condicionada	58,50 Aa	54,00 Ba	44,75 Bb	46,00 Bb	50,81 B
Não condicionada	54,50 Ac	64,50 Ab	64,00 Ab	74,00 Aa	64,25 A
Médias	56,50 a	59,25 a	54,38 a	60,00 a	
Ambiente de laboratório					
Condicionada	58,50 Aa	50,50 Ba	40,00 Bb	38,25 Bb	46,81 B
Não condicionada	54,50 Ab	67,00 Aa	63,00 Aab	63,75 Aab	62,06 A
Médias	56,50 ab	58,75 a	51,50 b	51,00 b	

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Sementes não condicionadas mostraram-se mais vigorosas que sementes submetidas ao condicionamento osmótico nos períodos de armazenamento de 60, 120 e 180 dias, em câmara fria e em ambiente de laboratório (Tabela 6).

Vários pesquisadores têm procurado elucidar os mecanismos que determinam a deterioração das sementes e as transformações que ocorrem durante o teste de envelhecimento acelerado e promotoras de diferenças de comportamento entre as amostras submetidas ao teste (MARCOS FILHO, 1999).

Blackman e Leopold (1993) consideram que a presença de grande quantidade açúcares solúveis, em células vivas de sementes, favorece a formação de um estado vitrificado no citoplasma, e essa vitrificação é crucial para manutenção na viabilidade e do vigor da semente, como foi verificado em milho e em outras espécies.

O estado vítreo oferece várias restrições à ocorrência de reações químicas e de alterações físicas como, por exemplo, a cristalização de solutos que danifica as células. O aumento da temperatura e do teor de água das sementes faz com que a consistência do citoplasma passe para um líquido altamente viscoso, de modo que o envelhecimento pode ser associado à perda gradual da habilidade das células vivas da semente manterem o citoplasma vitrificado, e essa perda é acompanhada pela redução do poder germinativo (MARCOS FILHO, 2005).

Conforme o resumo das análises de variância dos dados de germinação em areia (GA) e do índice de velocidade de emergência (IVEP), foi observado o efeito significativo do fator período de armazenamento para todas essas avaliações e ausência de efeito do condicionamento osmótico (Tabela 7). A interação entre fontes de variação (condicionamento osmótico x períodos de armazenamento) apresentou diferenças no IVEP apenas na condição de armazenamento em laboratório.

Tabela 7. Valores de F obtidos da análise de variância de germinação em areia (GA) e índice de velocidade de emergência de plântulas em areia (IVEP) sementes de milho doce submetidas ao condicionamento osmótico e períodos de armazenamento em condições de câmara fria e ambiente de laboratório. Botucatu/SP, 2014.

FV	GL	GA (%)		IVEP (%)	
		CF	AL	CF	AL
Períodos (Dias)	3	10,22**	15,11**	50,72**	37,72**
Condicionamentos	1	1,27 ns	0,68 ns	0,00 ns	1,47 ns
Períodos X Condicionamentos	3	1,37 ns	2,20 ns	2,64 ns	7,65**
CV (%)		8,47	7,62	9,06	9,22

ns, não significativo; * significativo a 5 %, ** significativo a 1 % pelo teste de Tukey.

Na Tabela 8, verifica-se que as médias do teste de germinação em areia para o tratamento de condicionamento osmótico não foi significativo para ambas condições de armazenamento (câmara fria e ambiente de laboratório).

Nas condições de armazenamento, tanto em câmara fria como em ambiente de laboratório, observou-se um incremento na porcentagem de germinação em areia durante o armazenamento em relação ao período inicial (Tabela 8).

Tabela 8. Germinação em areia (%) de sementes de milho doce submetidas ao condicionamento osmótico e períodos de armazenamento em condições de câmara fria e ambiente de laboratório. Botucatu/SP, 2014.

Tratamentos de condicionamento	Períodos de armazenamento (Dias)				
	0	60	120	180	Médias
	Câmara fria				
Condicionada	67,00 Aa	70,25 Aa	76,50 Aa	77,50 Aa	72,81 A
Não condicionada	62,00 Ab	76,00 Aa	79,50 Aa	83,75 Aa	75,31 A
Médias	64,50 b	73,12 ab	78,00 a	80,62 a	
	Ambiente de laboratório				
Condicionada	67,00 Ab	79,50 Aa	81,50 Aa	78,50 Aa	76,62 A
Não condicionada	62,00 Ac	72,50 Abc	80,00 Aab	85,25 Aa	74,94 A
Médias	64,50 b	76,00 a	80,75 a	81,87 a	

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Quanto ao índice de velocidade de emergência (Tabela 9), houve diferença significativa em relação aos períodos de armazenamento nas sementes de milho doce em ambiente de câmara fria, com elevação no IVEP em relação ao período inicial após 120 dias de armazenamento, enquanto no ambiente de laboratório esse aumento foi observado após 60 dias. Para ambas condições de armazenamento pode-se inferir que aos 180 dias as sementes obtiveram maior velocidade de emergência (Tabela 9).

Tabela 9. Índice de velocidade de emergência de plântulas em areia de sementes de milho doce submetidas ao condicionamento osmótico e períodos de armazenamento em condições de câmara fria e ambiente de laboratório. Botucatu/SP, 2014.

Tratamentos de condicionamento	Períodos de armazenamento (Dias)				
	0	60	120	180	Médias
	Câmara fria				
Condicionada	6,95 Ab	7,47 Ab	9,30 Aa	10,34 Ba	8,51 A
Não condicionada	6,01 Ac	7,58 Ab	9,01 Ab	11,52 Aa	8,53 A
Médias	6,48 c	7,53 c	9,15 b	10,93 a	
	Ambiente de laboratório				
Condicionada	6,95 Ab	8,88 Aa	9,64 Aa	9,46 Ba	8,74 A
Não condicionada	6,01 Ac	6,90 Bc	9,53 Ab	11,14 Aa	8,40 A
Médias	6,49 c	7,89 b	9,58 a	10,30 a	

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

De acordo com as médias apresentadas, verifica-se ausência de significância para o tratamento de condicionamento osmótico em câmara fria e ambiente de laboratório para o índice de velocidade de emergência de plântulas em areia.

A análise de variância mostra que para o comprimento da raiz de plântulas (CR) oriundas das sementes de milho doce, armazenadas em câmara fria, foram observadas efeitos significativos isolados de período de armazenamento e do condicionamento osmótico, enquanto que em condições de laboratório foi notado efeito significativo apenas para períodos de armazenamento. O comprimento de parte aérea (CPA) foi influenciado apenas pelo período de armazenamento, nos dois ambientes de armazenamento (Tabela 10).

Com relação à massa de matéria seca de plântulas (MSP), houve efeito significativo do período de armazenamento para as sementes armazenadas em câmara fria, enquanto que no ambiente de laboratório houve efeito do período de armazenamento e da interação entre as fontes de variação dos tratamentos (Tabela 10).

Tabela 10. Valores de F obtidos da análise de variância de comprimento de raiz (CR), comprimento da parte aérea (CPA), massa da matéria seca de plântulas (MSP) em sementes de milho doce submetidas ao condicionamento osmótico e períodos de armazenamento em condições de câmara fria e ambiente de laboratório. Botucatu/SP, 2014.

FV	GL	CR (cm)		CPA (cm)		MSP (g)	
		CF	AL	CF	AL	CF	AL
Períodos (Dias)	3	97,96**	148,54**	305,77**	346,5**	21,28**	24,57 **
Condicionamentos	1	6,30*	0,23 ns	0,68 ns	0,01 ns	0,09 ns	0,01 ns
Períodos X Condicionamentos	3	2,44 ns	1,44 ns	0,54 ns	2,62 ns	0,55 ns	3,25*
CV (%)		8,51	6,71	5,25	4,38	24	23,31

ns, não significativo; * significativo a 5 %, ** significativo a 1 % pelo teste de Tukey.

O comprimento de raiz das plântulas (CR), aumentou ao longo do período de armazenamento, sendo que aos 180 dias foi obtido o maior tamanho, tanto para sementes armazenadas em câmara fria como em ambiente de laboratório. Foi observado maior CR para plântulas obtidas de sementes não condicionadas em relação

às sementes condicionadas somente para sementes armazenadas em câmara fria. Já para as sementes de milho doce submetida as condições de ambiente de laboratório o tratamento de condicionamento osmótico não se diferenciou (Tabela 11).

Tabela 11. Comprimento de raiz de plântula (cm) de sementes de milho doce osmocondicionadas e não condicionadas em função dos períodos de armazenamento (0, 60, 120, 180 dias) e condições de conservação das sementes (câmara fria e ambiente de laboratório). Botucatu/SP, 2014.

Tratamentos de condicionamento	Períodos de armazenamento (Dias)				
	0	60	120	180	Médias
	Câmara fria				
Condicionada	6,61 Ac	7,78 Ac	9,37 Ab	12,35 Ba	9,03 B
Não condicionada	6,92 Ac	8,65 Ab	9,17 Ab	14,21 Aa	9,74 A
Médias	6,77 c	8,22 b	9,27 b	13,29 a	
	Ambiente de laboratório				
Condicionada	6,61 Ad	7,96 Ac	9,48 Ab	12,78 Aa	9,21 A
Não condicionada	6,92 Ac	8,30 Ab	8,80 Ab	13,23 Aa	9,32 A
Médias	6,77 d	8,14 c	9,14 b	13,01 a	

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Na avaliação do comprimento da parte aérea (Tabela 12), de forma semelhante ao resultado encontrado para o CR, foi observado o aumento do CPA ao longo do período de armazenamento, tanto para sementes condicionadas quanto para não condicionadas, armazenadas em câmara fria e em ambiente de laboratório. Maior CPA foi observado aos 180 dias para plântulas para as duas condições de armazenamento. As médias dos tratamentos de condicionamento osmótico em câmara fria e ambiente de laboratório não apresentaram diferenças estatísticas.

As variações nos resultados dos testes baseados no desempenho de plântulas podem ser explicadas pelo aumento da temperatura do ambiente durante a condução do teste de emergência ao longo dos dias de armazenamento. Assim como, as oscilações entre as temperaturas máximas e mínimas que foram maiores nos períodos das avaliações das sementes, 0 e 60 dias de armazenamento (Figura 4); o que pode ter contribuído para os resultados apresentados.

Tabela 12. Comprimento da parte aérea das plântulas (cm) de milho doce submetidas ao condicionamento osmótico e períodos de armazenamento em condições de câmara fria e ambiente de laboratório. Botucatu/SP, 2014.

Tratamentos de condicionamento	Períodos de armazenamento (Dias)				
	0	60	120	180	Médias
Câmara fria					
Condicionada	5,62 Ac	5,73 Ab	6,72 Ab	10,29 Aa	7,09 A
Não condicionada	5,37 Ac	5,53 Ac	6,57 Ab	10,47 Aa	6,98 A
Médias	5,50 c	5,63 c	6,65 b	10,38 a	
Ambiente de laboratório					
Condicionada	5,62Ac	5,90 Abc	6,27 Ab	9,49 Ba	6,82 A
Não condicionada	5,37 Ac	5,74 Abc	6,22 Ab	10,00 Aa	6,83 A
Médias	5,50 c	5,82 c	6,25 b	9,74 a	

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Condições de baixas temperaturas, próximas de 15°C, reduzem a velocidade de germinação das sementes e a emergência de plântulas de várias espécies. Além disso, a incidência de alguns microrganismos do solo causadores de tombamento é favorecida pelas condições de baixas temperaturas, havendo assim uma redução do estande com conseqüências negativas na produtividade.

Quando se realiza testes de crescimento de plântulas, as variações de temperatura e na umidade do substrato são mais críticas do que nos testes de germinação. Pois a diferença de 1°C na temperatura, durante o transcorrer do teste de germinação, provavelmente trará efeito desprezível na porcentagem de germinação, entretanto, a diferença de 1° C na temperatura por determinado período de tempo trará consideráveis efeitos no crescimento de plântulas alterando o seu comprimento e/ou o peso da matéria seca de plântulas (NAKAGAWA, 1999).

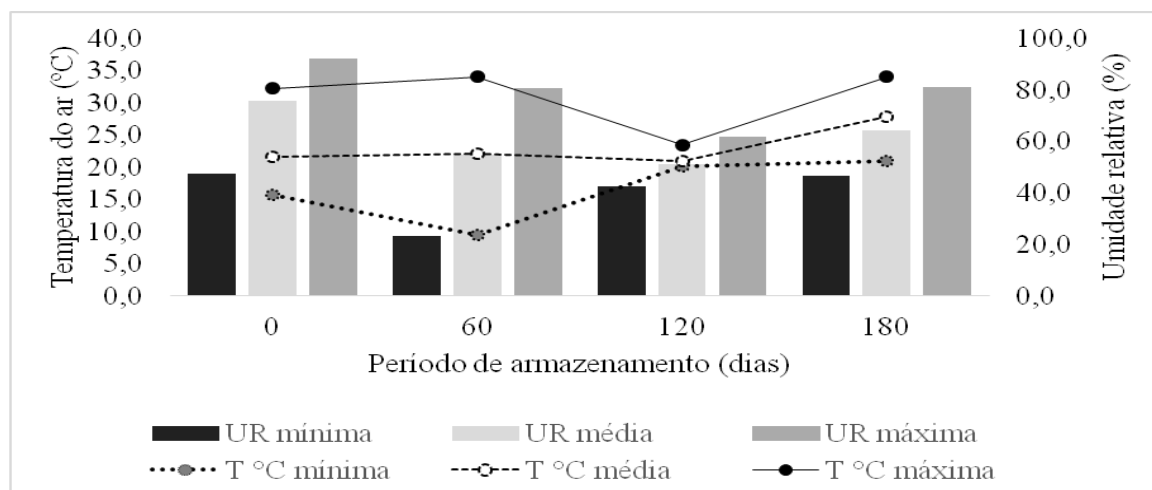


Figura 4. Temperaturas do ar mínima, média e máxima (°C) e umidade relativa mínima, média e máxima (%) registradas no decorrer dos testes de germinação em areia, velocidade de emergência de plântulas e comprimento de plântulas (raiz e parte aérea), massa de matéria seca de plântulas. Botucatu/SP, 2014.

As médias da massa de matéria seca de plântulas (MSPA) obtida de sementes de milho doce, independente do tratamento de condicionamento osmótico, aumentaram ao longo do período de armazenamento para as duas condições de armazenamento. No ambiente de laboratório, sementes condicionadas e não condicionadas originaram plântulas com maior MSPA aos 180 dias de armazenamento, em relação ao período inicial. Nesse período, maior MSPA foi encontrada para plantas oriundas de sementes não condicionadas, as quais provavelmente possuíam reservas que as transferiram ao eixo embrionário de forma mais eficiente (Tabela 13).

Tabela 13. Massa de matéria seca de plântulas (g/plântula) de milho doce submetidas ao condicionamento osmótico e períodos de armazenamento em condições de câmara fria e ambiente de laboratório. Botucatu/SP, 2014.

Tratamentos de condicionamento	Períodos de armazenamento (Dias)				
	0	60	120	180	Médias
	Câmara fria				
Condicionada	2,18 Ab	2,05 Ab	3,22 Aab	4,46 Aa	2,98 A
Não condicionada	1,61 Ac	2,38 Abc	3,16 Aab	4,46 Aa	2,90 A
Médias	1,90 c	2,21 bc	3,19 b	4,46 a	
	Ambiente de laboratório				
Condicionada	2,18 Ab	2,76 Ab	3,26 Aab	4,19 Ba	3,10 A
Não condicionada	1,61 Ab	2,54 Ab	2,76 Ab	5,59 Aa	3,12 A
Médias	1,90 c	2,65 bc	3,01 b	4,89 a	

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Os testes de germinação em areia (Tabela 8) e vigor baseado no desempenho das plântulas realizados em casa de vegetação (velocidade de emergência de plântulas (Tabela 9), comprimento de plântula de raiz (Tabela 11) e parte aérea (Tabela 12), massa de matéria seca (Tabela 13) tiveram influência possivelmente da temperatura na porcentagem de germinação e no vigor.

A temperatura para a germinação de sementes de milho, segundo as Regras para Análise de Sementes são 20-30; 20; 25 e 30°C (BRASIL, 2009). Ao passo que, temperaturas situadas entre 25 e 30 °C propiciam as melhores condições para o desencadeamento dos processos de germinação e emergência das plântulas de milho (FANCELLI e DOURADO, 2000).

No presente estudo, a temperatura média durante o período dos testes variou entre 20,9 e 27,8 °C (Figura 4), ou seja, dentro dos limites favoráveis a desenvolvimento da plântula de milho (FANCELLI e DOURADO, 2000).

No entanto, segundo Nascimento (2000) existe inúmeras causas que podem afetar a germinação e consequentemente a emergência das plântulas. Dentre elas, a temperatura poderá vir a ser o mais importante, uma vez que no campo nem sempre tem-se o total controle sobre este fator. Cada espécie apresenta uma temperatura mínima, máxima, e ótima para a germinação, e dentro de cada espécie, podem existir diferenças marcantes entre as cultivares quanto à germinação nas diferentes temperaturas.

Gomes et al. (2004) constatou diferenças na germinação e no vigor de sementes de milho doce (Doce cristal) e milho super doce quando submetidas a diferentes temperaturas (10, 15, 20, 25, 30 °C), sendo que para sementes de milho super doce a temperatura de 30 °C foi a que obteve maior vigor.

Temperaturas muito baixas ou muito altas podem alterar tanto a velocidade quanto a porcentagem final de germinação. Em geral, temperaturas baixas reduzem, enquanto temperaturas altas aumentam a velocidade de germinação. Isto se deve principalmente ao menor ou maior comprimento da Fase II durante o processo de embebição de água pelas sementes durante a germinação (NASCIMENTO, 2000).

5.CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados dos testes de germinação em areia e vigor, baseados no desempenho das plântulas, realizados em casa de vegetação (velocidade de emergência de plântulas, comprimento de plântula de raiz e parte aérea, massa de matéria seca de plântulas) tiveram interferência, possivelmente, da temperatura que variou ao longo do experimento (Figura 4). O que levou as conclusões do trabalho a se basearem apenas nos testes realizados em laboratório.

6. CONCLUSÕES

1. O condicionamento osmótico proporciona melhor desempenho fisiológico das sementes de milho doce (*Sh2*) logo após o tratamento e pode ser recomendado desde que a semeadura seja em seguida à sua aplicação.
2. Sementes de milho doce submetidas ao condicionamento osmótico tem sua qualidade fisiológica reduzida ao longo do período de armazenamento, tanto em câmara fria quanto em ambiente de laboratório.

7. REFERÊNCIAS

ALVARADO, A. D.; BRADFORD, K. J. Priming and storage of tomato (*Lycopersicon lycopersicum*) seeds. Effects the storage temperature on germination rate and viability. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 16, n. 3, p. 601-612, 1988.

BARBIERI, V. H. B.; LUZ, J. M. Q.; BRITO, C. H. de; DUARTE, J. M.; GOMES, L. S.; SANTANA, D. G. Produtividade e rendimento industrial de híbridos de milho doce em função de espaçamento e populações de plantas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 3, p. 826-830, 2005.

BERNAL-LUGO, I.; LEOPOLD, A. C. Seed stability during storage: raffinose content and seed glassy state. **Seed Science Research**, Oxon, v. 5, p. 75-80, 1995.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2.ed. New York: Plenum Press, 1994. 445 p.

BUCKERIDGE, M. S.; SANTOS, H. P.; TINÉ, M. A. S.; AIDAR, M. P. M. Mobilização de reservas. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (eds.). **Germinação, do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.163-185.

BUITINK, J.; HOEKSTRA, F.A.; HEMMINGA, M.A. A critical assessment of the role of oligossacharides in intracellular glass stability. In: BLACK, M.; BRADFORD, K.J.; VASQUEZ-RAMOS, J. (ed.). **Seed biology - advances and applications**. New York: CABI Publishing , 2000, p. 461-466.

BLACKMAN, S.; LEOPOLD, A. C. Chemical and physical factors in seed deterioration. In: CÔME, D.; CORBINEAU, F. (ed.). **Proceedings of the 4th international workshop on seeds: basic and applied aspects of seed biology**. Angers, p. 731-737, 1993.

BRACCINI, A. L.; REIS, M. S.; SEDIYAMA, C. S.; ROCHA, V. S.; SEDIYAMA, T. Efeito do condicionamento osmótico na germinação e no vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 19, n. 1, p. 71-79, 1997.

BRADFORD, K. J. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. **HortScience**, Alexandria, v. 21, n. 5, p.1105-1112, 1986.

BRANDÃO JUNIOR, D. S. **Eletroforese de proteínas e isoenzimas na avaliação da qualidade de sementes de milho**. 1996. 110 f. Dissertação (Mestrado em fitotecnia). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1996.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Defesa Vegetal. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília, 2009. 399 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 243/2005, de 20 de dezembro de 2005, **Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento** (Anexo V - Padrões para produção e comercialização de sementes de milho). Brasília, DF: SNAD/DNDN/CLAV: Diário Oficial da União, Brasília,DF, 20 dez. 2005, p. 18, Seção 1.

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

CHEN, Y.; BURRIS, J. S. Role of carbohydrates in desiccation tolerance and membrane behavior in maturing maize seed. **Crop Science**, Madison, v. 30, p. 971-975, 1990.

COIMBRA, R. A.; TOMAZ, C. A.; MARTINS, C. C.; NAKAGAWA, J. Teste de germinação com acondicionamento dos rolos de papel em sacos plásticos. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 29, n. 1, p. 92-97, 2007.

CROWE, J. H.; CROWE, L. M.; HOEKSTRA, F. A.; WISTROM, C. A. Effects of water on the stability of phospholipid bilayers: the problem of imbibition damage in dry

organisms. In: STANWOOD, P. C.; McDONALD, M. B. (Ed.). **Crop Science Society of America**, Madison, 1989, p.1-22.

DEARMAN, J.; DREW, R. L. K.; BROCKLEHURST, P. A. Effects of osmotic priming, rinsing and storage on the germination and emergence of carrot seed. **Annals of Applied Biology**, Warwick – Inglaterra, v. 111, p.723-727, 1987.

DEARMAN, J.; BROCKLEHURST, P. A.; DREW, R. L. K. Effects of osmotic priming and ageing on onion seed germination. **Annals of Applied Biology**, Cambridge, v. 108, n. 3, p. 639-648, 1986.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Ecofisiologia e fenologia. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. p. 21-54.

FERREIRA, D. F. Sisvar - sistema de análise de variância para dados balanceados. Lavras: UFLA, 1998. 19 p.

GEORGHIOU, K.; THANOS, C. A.; PASSAM, H. C. Osmoconditioning as a means of countering the aging of pepper seeds during storage. **Annals of Botany**, London, v. 60, n. 3, p. 279-285, 1987.

GIÚDICE, M.P.; REIS, M. S. SEDIYAMA, C. S.; SEDIYAMA, T.; MOSQUIM, P. R. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja submetidas ao condicionamento osmótico em diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 16-24, 1998.

GOMES, E. M. L.; PEREIRA, R. S.; NASCIMENTO, W. M. Germinação de sementes de milho-doce sob diferentes temperaturas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, 2004.

GRAHAM, I. A. Seed storage oil mobilization. **Annual Review of Plant Biology**, United Kingdom, v.59, n. 1, p.115-142, 2008.

HEYDECKER, W.; HIGGINS, J.; TURNER, I. J. Invigoration of seeds. **Seed Science and Tecnology**, Zurich, v. 3, n. 3, p. 881-888. 1975.

HORBOWICZ, M.; OBENDORF, R. L. Seeds desiccation tolerance and storability: Dependence on flatulence-producing oligosaccharides and cyclitols - review and survey. **Seed Science Research**, Oxon, v. 4, p. 385-405, 1994.

ISHIDA, N.; KANO, H.; KOBAYASHI, T.; YOSHIDA, T. Analysis of physical states of water in soybean seeds by NMR. **Agricultural and Biological Chemistry**. Tokyo, v. 52, p. 2777-2781, 1988.

KOSTER, K. L.; LEOPOLD, A. C. Sugars and tolerance in seeds. **Plant Physiology**, Rockville, v. 88, n. 4, p. 829-832, Dec. 1988.

LANTERI, S.; QUAGLIOTTI, L.; BELLETTI, P. Delayed luminescence and priming-induced nuclear replication of unaged and controlled deteriorated pepper seeds (*Capsicum annuum* L.). **Seed Science and Tecnology**, Zürich, v. 26, n. 2, p. 413-424, 1998.

LEPRINCE, O.; WERF, A. van der; DELTOUR, R.; LAMBERS, H. Respiratory pathways in germinating maize radicles correlated with desiccation tolerance and soluble sugars. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 85, n. 4, p. 581-588, Apr. 1992.

LIU, Y.; BINO, R. J.; VAN DER BURG, W. J.; GROOT, S. P. C.; HILHORST, W. M. Effects of osmotic priming on dormancy and storability of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) seeds. **Seed Science Research**, New Zealand, v. 6, p. 49-55, 1996.

MAGGIO, M. A. **Acúmulo de massa seca e extração de nutrientes por plantas de milho doce híbrido “tropical”**. 2006. 47 f. Dissertação (mestrado em Agricultura Tropical e subtropical) Instituto Agrônômico de Campinas, Campinas, 2006.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKY, F.C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates, 1999. cap. 3, p. 1-24.

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

McDONALD, M.B. Seeds quality assessment. **Seed Science Research**, Wallingford, v. 8, p. 265-275, 1998.

MICHEL, B. E.; KAUFMANN, M. R. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. **Plant Physiology**, Minneapolis, v. 51, n. 5, p. 914 – 916, 1973.

MURUNGU, F. S.; NYAMUGAFATA, P.; CHIDUZA, C.; CLARK, L. J.; WHALLEY, W. R. Effects of seed priming and water potential on germination of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) and maize (*Zea mays* L.) in laboratory assays. **Journal of Plant and Soil**, South African v. 2, n. 1, p. 64-70, 2005.

NASCIMENTO, W. M. **Tecnologia de sementes de hortaliças**. 1. ed. Brasília: EMBRAPA, 2009. 432 p.

NASCIMENTO, W. M. Germinação de sementes de melão osmoticamente condicionadas durante o armazenamento. **Revista Brasileira de sementes**, Brasília, v. 24, n. 1, p. 158-161. 2002.

NASCIMENTO, W. M.; WEST, S. H. Muskmelon transplant production in response to seed priming. **HorTechnology**, Alexandria, v. 9, n. 1, p. 53-55, 1999.

NASCIMENTO, W. N. Temperatura x Germinação. **Seed News**, Pelotas, v. 4, n. 4, p. 44-45, 2000.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas. In: KRZYŻANOWSKY, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates, 1999. cap. 2, p. 1-24.

NUNES, U. R.; SILVA, A. A.; REIS, M. S.; SEDIYAMA, C. S.; SEDIYAMA, T. Efeito do condicionamento osmótico de sementes de soja sobre a habilidade competitiva da cultura com as plantas daninhas. **Planta daninha**, Viçosa, v. 21, n. 1, p. 27-35, 2003.

OLIVEIRA, A. S.; SILVA-MANN, R.; SANTOS, M. F.; GOIS, I. B.; BARRETTO, M. C. V. Condicionamento osmótico em sementes de milho doce submetidas ao armazenamento. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.38, n.4, p.444-448, 2007.

PARENTONI, S. N.; GAMA, E. E. G.; MAGNAVACA, R.; REIFSCHNEIDER, F. J. B.; VILLAS BOAS, G. L. Milho doce. **Informe Agropecuário**, v. 14, p. 17-22, 1990.

PATANÈ, C.; CAVALLARO, V.; COSENTINO, S. L. Germination and radicle growth in unprimed and primed seeds of sweet sorghum as affected by reduced water potential in NaCl at different temperatures. **Industrial Crops and Products**, v. 29, n. 3, p. 651-658, 2009.

PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, J. C. Colheita, transporte e comercialização. In: PEREIRA FILHO, I. A. (Ed.). **O cultivo do milho verde**. Brasília: Embrapa, 2003. cap. 11, p. 183-194.

PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, J. C.; GAMA, E. E. G. Cultivares para o consumo verde. In: PEREIRA FILHO, I. A. (ed.). **O cultivo do milho verde**. Brasília: Embrapa, 2003. 210 p.

PORTELLA, J. A.; EICHELBERGER, L. Secagem de grãos. In: **Conceito de secagem**. Passo Fundo: **Embrapa Trigo**, 2001. p. 27-29.

QUEIROGA, V. P.; BRUNO, R. L. A.; LIMA, M. M. A.; SANTOS, J. W. Qualidade fisiológica de sementes de algodoeiro submetidas ao condicionamento mátrico e osmótico. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 1, p. 56-61, 2011.

ROSSETTO, C. A. V.; LIMA, T. M.; NAKAGAWA, J. Qualidade fisiológica e potencial de armazenamento de sementes de tomate submetidas ao condicionamento osmótico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 630-634, 2002.

SANFIELD, D. M.; ZAJICEK, J. M. COBB, B. G. Germination of *Coreopsis lanceolata* and *Echinacea purpurea* seeds following priming and storage. **HortScience**, Alexandria, v. 25, n. 12, p. 1605-1606, 1990.

SAVINO, G.; HAIGH, P. M.; LEO, P. de. Effects of presoaking upon seed vigour and viability during storage. **Seed Science and Technology**, v. 7, p. 57-64, 1979.

SMITH, M. T.; BERJAK, P. Deteriorative changes associated with the loss of viability of storage desiccation-tolerant and desiccation-sensitive seeds. In: KIMOJEL, Y. e GOLILI, G. (eds.) **Seed development and germination**. New York: Marcel Dekker Inc. p. 701-746, 1995.

SRINIVASAN, K.; SAXENA, S.; SINGH, B. B. Osmo and hidropriming of mustard seeds to improve vigour and some biochemical activities. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 27, p. 785-793, 1999.

SUNG, F. J. M.; CHANG, Y. H. Biochemical activities associated with priming of sweet corn seeds to improve vigor. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 21, p. 97-105, 1993.

TRACY, W. F. Sweet corn. In: HALLAUER, A.R. **Specialty corn**. Boca Raton, 2001. p. 155-198.

TRIGO, M. F. O. O.; NEDEL, J. L.; TRIGO, L. F. N. Condicionamento osmótico em sementes de cebola: I. Efeitos sobre a germinação. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, n. 4, p. 1059-1067, 1999.

TSUNECHIRO, A.; DUARTE, J. O.; MATTOSO, M. J. Aspectos econômicos da comercialização e custo de produção do milho verde. In: O cultivo do milho verde: Sete Lagoas: **Embrapa Milho e Sorgo**, 2002. cap. 10, p. 179-191,

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Vegetables 2012 summary, Rocky Mountain, 2013.

Disponível em:

<<http://usda01.library.cornell.edu/usda/current/VegeSumm/VegeSumm-01-29-2013.pdf>>

Acesso em: 3 jan. 2013.

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

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates, 1999. cap. 4, p. 1-26.

VILLELA, F. A.; DONI FILHO, L.; SEQUEIRA, E. L. Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietilenoglicol 6.000 e da temperatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 11/12, p. 1957-1968, 1991.

VILLELA, F.A.; PERES, W.B. Coleta, beneficiamento e armazenamento. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (Ed.). Germinação: do básico ao aplicado. Porto Alegre: **Artmed**, 2004. p.149-162.

ZENGH, G. H.; WILEN, R. W.; SLINKARD, A. E.; GUSTA, L. V. Enhancement of canola seed germination and seedling emergence at low temperature by priming. **Crop Science**, Madison, v. 34, p. 1589-1593, 1994.